



**CLÁUDIA
FIGUEIREDO
VALENTE**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE E
FERRAMENTAS *LEAN* NO CONTEXTO DE UMA
INDÚSTRIA AUTOMÓVEL**



**CLÁUDIA
FIGUEIREDO
VALENTE**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE E
FERRAMENTAS *LEAN* NO CONTEXTO DE UMA
INDÚSTRIA AUTOMÓVEL**

Relatório de projeto apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor João Carlos de Oliveira Matias, Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e sob coorientação do Doutor Radu Godina Professor Auxiliar Convidado da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da Universidade NOVA de Lisboa.

“It’s not enough to do your best, you must know what to do and then do your best.”

W. Edwards Deming

o júri

presidente

Professora Doutora Marlene Paula Castro Amorim
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

vogal - arguente principal

Professor Doutor João Paulo da Silva Catalão
Professor Associado C/Agregação, Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia

vogal - orientador

Professor Doutor João Carlos de Oliveira Matias
Professor Catedrático, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Desde já começo por expressar a minha gratidão para com todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização desta dissertação.

Primeiramente, agradeço à Universidade de Aveiro por me proporcionar todas as condições necessárias para o desenvolvimento do estudo que culminou com a redação da presente dissertação.

A toda a minha família. Em especial aos meus pais, Lurdes e António, à Cristiana, à Ângela, ao Filipe, à Constança, à Teresa e ao Kevin. Agradeço por todo o amor. Por estarem desde sempre a meu lado, por nunca me deixarem desistir dos meus sonhos, apoiando-me incondicionalmente.

Aos meus amigos, pela amizade e companheirismo ao longo desta jornada.

Ao meu orientador, o Professor Doutor João Carlos Oliveira Matias, por todos os ensinamentos, pela constante disponibilidade, pelas palavras de incentivo, pelas críticas construtivas e sugestões, bem como pelo seu apoio.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Radu Godina, por partilhar comigo os seus conhecimentos, pelas críticas construtivas, rigor científico e por todo o incentivo.

Ao Centro de Produção de Mangualde do Grupo PSA e a todos os seus colaboradores, pela forma afetuosa como me receberam e por todo o apoio que me prestaram.

Em particular, à Engenheira Ana Salvador, pelo carinho com que sempre me tratou durante o estágio curricular, por estar sempre disponível, por partilhar comigo os seus conhecimentos, pelas críticas construtivas, pelo rigor e amizade.

Destaco também, os engenheiros e técnicos, assim como todos os operadores do departamento de montagem. Pela paciência, constante disponibilidade, palavras de apoio e incentivo e pelo carinho demonstrados.

palavras-chave

componentes não conformes, ferramentas da qualidade, ferramentas *lean*, indústria automóvel, estudo de caso

resumo

A garantia de produtos e serviços atrativos e lucrativos é uma luta constante para as organizações. Para tal, necessitam analisar constantemente os seus problemas e encontrar soluções. As ferramentas qualidade bem como as ferramentas *lean* auxiliam na análise e tratamento de problemas, bem como na implementação de soluções. Cada ferramenta apresenta um conjunto de características específicas que potenciam a sua aplicação em determinadas situações.

Este projeto decorreu no seio de uma unidade industrial dedicada à montagem terminal de veículos, numa fase de mudança do modelo produzido, representando uma das maiores transformações da sua história. Assim, o objetivo centrou-se na análise de problemas relacionados com a qualidade da montagem, mais concretamente com defeitos detetados pelo consumidor final. Pretende-se colmatar falhas ocorridas, tanto na montagem do novo modelo como do produzido anteriormente.

Para tal, recorreu-se à metodologia de investigação qualitativa, mais concretamente ao estudo de caso, onde se procurou delinear um plano para o seu desenvolvimento, após a identificação do problema. Na procura de soluções fez-se uso da aplicação de ferramentas da qualidade, como o diagrama em árvore, fluxograma, matriz GUT, folha de verificação e diagrama de pareto, e ferramentas *lean*, *kaizen*, *standardized work*, gestão visual e *brainstorming*.

Com este projeto demonstra-se, através da aplicação sucessiva das diferentes ferramentas e métodos, que é possível resolver problemas e motivar os colaboradores. Conseguiu-se que os colaboradores passassem a executar as suas tarefas com maior qualidade.

keywords

non conforming components, quality tools, *lean* tools, automotive industry , case study

abstract

Securing attractive and profitable products and services is a constant struggle for organizations. To do this, they need to constantly analyze their problems and find solutions. Quality tools as well as lean tools assist in analyzing and handling problems as well as in implementing solutions. Each tool presents a set of specific characteristics that enhance its application in certain situations.

This project was carried out in an industrial unit dedicated to the terminal assembly of vehicles, in a phase of change of the produced model, representing one of the major transformations of its history. Thus, the objective was focused on the analysis of problems related to the quality of the assembly, more concretely with detected defects by the final consumer. It is intended to bridge failures, both in the assembly of the new model and the one previously produced.

For this, we used the methodology of qualitative research, more specifically the case study, where we tried to outline a plan for its development, after identifying the problem. The search for solutions was used the application of quality tools such as the tree diagram, flowchart, GUT matrix, check sheet and pareto diagram, and lean, kaizen, standardized work, visual management and brainstorming tools.

This project proves, through the successive application of different tools and methods, that it is possible to solve problems and motivate employees. The employees were able to start performing their tasks with higher quality.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Problemática de Investigação.....	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Metodologia.....	3
1.4	Estrutura.....	4
2	Caracterização da empresa e do desafio.....	5
2.1	A empresa	5
2.1.1	Descrição do Processo Produtivo	7
2.1.2	Departamento de Montagem	10
2.1.3	PES – <i>PSA Excellence System</i>	12
2.2	Apresentação do Desafio.....	14
3	Revisão da literatura.....	17
3.1	Qualidade: conceitos e considerações.....	17
3.1.1	Custos da qualidade	19
3.2	Qualidade e a indústria automóvel.....	20
3.3	Não conformidades.....	21
3.4	Ferramentas da qualidade	22
3.4.1	Diagrama em árvore.....	22
3.4.2	Fluxograma	23
3.4.3	Matriz GUT	24
3.4.4	Folha de verificação.....	24
3.4.5	Diagrama de pareto	25
3.5	<i>Lean thinking & lean manufacturing</i>	25
3.6	Soluções <i>lean</i> : ferramentas e métodos.....	26
3.6.1	Filosofia <i>kaizen</i>	26
3.6.2	<i>Standardized Work</i>	27
3.6.3	Gestão visual.....	28
3.6.4	Brainstorming	29
4	Projeto prático	31
4.1	Contextualização	31
4.2	Plano de desenvolvimento do projeto	31
4.3	Identificação do problema.....	32
4.4	Análise dos processos envolvidos	34
4.4.1	Seleção e descrição dos processos.....	34
4.4.2	Priorização dos processos.....	44
4.5	Análise do fenómeno	45
4.5.1	Definição das causas fundamentais	45

4.5.2	Seleção das causas mais prováveis	51
4.5.3	Análise das causas mais prováveis	52
4.6	Plano de ações para o bloqueio.....	54
4.6.1	Cenário inicial	54
4.6.2	Medidas propostas	55
5	Análise dos resultados.....	64
5.1	Análise dos resultados obtidos com a aplicação das ferramentas da qualidade	64
5.2	Apresentação e análise dos resultados obtidos com a criação dos <i>standards</i> de posto das zonas <i>picking</i>	64
5.3	Apresentação e análise dos resultados obtidos com a implementação de um símbolo gráfico.....	65
5.4	Apresentação e análise dos resultados obtidos com a implementação da conformidade	67
5.5	Apresentação e análise dos resultados obtidos com a rotina de <i>tours terrain</i> nas zonas <i>picking</i>	70
5.6	Apresentação e análise dos resultados obtidos com o método de retorno de peças e reposição de peças.....	71
6	Considerações finais	73
6.1	Críticas aos resultados obtidos	73
6.2	Limitações	75
6.3	Sugestões para um trabalho futuro	75
7	Bibliografia.....	77
8	ANEXOS.....	85
8.1	Anexo 1 – Folha de Verificação	85

Lista de Figuras

Figura 2-1 Modelo 2CV.....	5
Figura 2-2 Imagem de satélite do Centro de Produção PSA em Mangualde.....	6
Figura 2-3 Hierarquia dentro de uma UEP.....	11
Figura 2-4 Esquema representativo do departamento de montagem.....	12
Figura 2-5 Esquema Sistema PES.....	14
Figura 4-1 Esquema das etapas do plano de desenvolvimento do projeto.....	32
Figura 4-2 Número de não conformes de nomenclatura ao longo do ano 2018, detetados pelos clientes.....	33
Figura 4-3 Diagrama de pareto para a análise da natureza dos defeitos detetados em cliente para o veículo K9 de janeiro a outubro de 2018.....	33
Figura 4-4 Fluxograma do processo de receção de componentes.....	36
Figura 4-5 Fluxograma do processo de distribuição de embalagens pelo armazém.....	37
Figura 4-6 Fluxograma do processo de reposição de componentes no bordo de linha <i>picking</i>	38
Figura 4-7 Fluxograma do processo de aprovisionamento de componentes com sistema <i>pick-to-light</i>	43
Figura 4-8 Fluxograma do processo de aprovisionamento de componentes através de <i>picking-by-paper</i>	43
Figura 4-9 Diagrama em árvore relativo às falhas humanas.....	48
Figura 4-11 Diagrama em árvore relativo às falhas do material.....	49
Figura 4-10 Diagrama em árvore relativo a falhas nas máquinas.....	49
Figura 4-12 Diagrama em árvore relativo às falhas do método.....	50
Figura 4-13 Diagrama em árvore relativo às falhas do meio.....	51
Figura 4-14 Símbolo gráfico de controlo referência 1. ^a peça.....	57
Figura 4-15 Imagem da etiqueta de uma embalagem.....	57
Figura 4-16 Imagem da etiqueta do <i>kanban</i>	57
Figura 4-17 Imagem da etiqueta do componente.....	58
Figura 4-18 Alerta visual conformidade componentes.....	60
Figura 4-19 - Exemplo da secção do modelo documento criado para a realização dos TT.....	61
Figura 4-20 Modelo de documento criado para o registo dos componentes em falta.....	63
Figura 5-1 Gráfico demonstrativo da percentagem de pessoas em cada turno com conhecimento do standard de posto.....	65
Figura 5-2 Número de ocorrências de componentes não conformes de nomenclatura depois da colocação do controlo.....	67

Lista de Tabelas

Tabela 2-1 Histórico de modelos produzidos no CPMG.....	6
Tabela 3-1 Definições do conceito qualidade na ótica dos Gurus da Qualidade.	17
Tabela 4-1 Descrição do problema que originou o projeto.	34
Tabela 4-2 Tabela resumo das zonas de <i>picking</i> com e sem sistema <i>pick-to-light</i>	39
Tabela 4-3 Tabela resumo da comparação entre processos.....	45
Tabela 4-4 Matriz GUT para primeira análise do problema.	52
Tabela 4-5 Resultados obtidos através da aplicação da folha de verificação.	53
Tabela 4-6 Indicações de preenchimento do alerta visual.....	59
Tabela 5-1 Lista de componentes com controlo de referência 1. ^a peça.	66
Tabela 5-2 Seguimento da conformidade no posto GAV 3 por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.	68
Tabela 5-3 Seguimento da conformidade no posto GAV 1 por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.	69
Tabela 5-4 Seguimento da conformidade no posto GAV 2 por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.	69
Tabela 5-5 Seguimento da conformidade no posto preparação pedaleira por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.....	69
Tabela 5-6 Seguimento da conformidade no posto da preparação do lote bord por turno desde a semana 5 à semana 9 de 2019.	69
Tabela 5-7 Seguimento da conformidade no posto porteur por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.	70
Tabela 5-8 Seguimento da conformidade no posto POM 2 por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.	70

Lista de Abreviaturas e Siglas

AGV	<i>Automated guided vehicle</i>
BDL	Bordo de linha
BR	Bases rolantes, correspondem a contentores que estão assentes sobre um suporte
BTU	<i>Bout d'Usine</i> (fim da fábrica)
CPMG	Centro de Produção de Mangualde
FAV	Documento onde constam todas as referências associadas a um determinado veículo
FNR	Fornecedor
HC	<i>Habillage caisse</i> (vestir caixa), corresponde à primeira zona da linha principal de montagem
MOD	Módulo, corresponde ao conjunto de postos de trabalho e respetivos operadores
MON	Montagem, refere-se ao departamento de montagem
MVA	Montagem veículo acabamentos, corresponde à zona da linha principal de montagem referente aos acabamentos finais do veículo
MVM	Montagem veículos mecânica, corresponde à zona da linha principal de montagem referente à parte mecânica do veículo
OP	Operador
PAV	<i>Porte avant</i> (porta da frente)
PK	<i>Picking</i>
PLC	<i>Porte latérale coulissante</i> (porta lateral deslizante)
PQB	Preparação quadro de bordo
PSA	<i>Peugeot Société Anonyme</i> (Peugeot Sociedade Anónima)
PTL	<i>Pick to Light</i> , corresponde a um sistema de
RU	Responsável de unidade
STD	<i>Strandard</i>
UEP	<i>Unité élémentaire de production</i> (unidade elementar de produção)
TEJ	Tejadilhos
TT	<i>Tour Terrain</i> (volta pelo terreno)

1 Introdução

Toda e qualquer empresa tem como objetivo principal acrescentar valor. Para tal, todas elas procuram fornecer aos seus clientes serviços e produtos com maior valor acrescentado.

Tendo em conta os produtos e as especificações seleccionadas pelos clientes, qualquer organização pretende produzir ao menor custo, no menor tempo possível e com a máxima qualidade. As organizações são constantemente desafiadas, não basta apenas produzir, é necessário que a sua produção tenha qualidade, só assim é possível alcançar produtividade e competitividade. As organizações vêem-se obrigadas a inovar, para conseguirem acompanhar as exigências dos consumidores (Godina, Rodrigues, & Matias, 2018).

Cada vez mais se torna difícil assumir uma posição de destaque, dado o aumento da concorrência, do nível de exigência dos consumidores e da rapidez com que as especificações dos produtos se alteram.

Com a crescente globalização e com o incremento da capacidade de produção automatizada a competitividade entre as fábricas de produção automóvel tem vindo a aumentar cada vez mais (Kato, Nunes, & Dey, 2016).

Nos dias de hoje, para que uma organização se destaque no mercado, é crucial que o seu produto seja de qualidade. Aos clientes deve chegar aquilo que esperam ou até mais, uma vez que as suas necessidades devem ser atendidas, e se possível superadas.

A qualidade dos serviços prestados, bem como dos produtos, tem vindo a tornar-se mais um fator de competitividade. As organizações têm procurado, gradativamente, aliar à melhoria da produtividade o aumento da qualidade dos produtos (Chan & Tay, 2018; Lyu, 1996).

A qualidade é uma vantagem competitiva, qualquer organização que satisfaça os seus clientes, através da melhoria da qualidade e do seu controlo tem condições para prevalecer sobre a concorrência (Duh, Hsu, & Huang, 2012; Schröder, Schmitt, & Schmitt, 2015; Womack, Jones, & Roos, 1990).

1.1 Problemática de Investigação

O presente trabalho surge no contexto do estágio curricular que foi desenvolvido num centro de montagem de uma indústria automóvel, o qual corresponde a uma unidade industrial dedicada à montagem terminal de veículos comerciais e ligeiros.

O projeto foi desenvolvido no departamento de Montagem, mais especificamente na equipa de Qualidade da Montagem, e teve enfoque no estudo do problema de peças não conformes de nomenclatura, ou seja, peças trocadas. Para tal, foi necessário o entendimento de um conjunto de processos, como por exemplo, o processo de reposição de embalagens pela logística e o processo de aprovisionamento de componentes.

Devido às exigências do mercado, os processos organizacionais vão sofrendo constantes alterações para se poderem adaptar. Dado o elevado grau de dinamismo vivido, as alterações dos processos deixaram de ser acontecimentos pontuais e passaram a ser mais regulares.

Nenhum processo é completamente perfeito, sendo por isso, necessário realizar um acompanhamento permanente, de forma a perceber quais as mudanças que precisam ser aplicadas a cada instante, não esquecendo a componente humana, um dos principais recursos produtivos das organizações. Os seres humanos não são perfeitos, cometem erros que por vezes, podem levar à ocorrência de não conformidades ou acontecimentos indesejáveis, os quais podem condicionar a qualidade dos produtos. A qualidade envolve um conjunto de atividades de natureza variada, entre elas os recursos humanos. De facto, a componente humana tem um papel fundamental no desempenho do sistema de qualidade de qualquer organização.

O tratamento de uma não conformidade, neste caso específico uma não conformidade de nomenclatura, revela-se uma atividade importante e de alta prioridade para qualquer empresa, nomeadamente para aquelas que pretendam oferecer um produto competitivo. O tratamento deve ser feito o mais rápido possível, de forma a evitar a propagação do erro, desperdícios desnecessários e tempo de espera por parte dos clientes.

1.2 Objetivos

O desafio deste projeto surgiu em resultado de uma mudança ao nível da geração de veículos produzidos no Centro de Produção de Mangualde do Grupo PSA (CPMG). Após 8 meses a produzir em coabitação duas gerações de veículos, B9 e K9, especificamente a partir de meados de novembro de 2018, a produção passou a centrar-se somente na nova geração de veículos – K9. Para receber em pleno a nova geração de veículos, a fábrica precisou sofrer uma das mais importantes transformações industriais da sua história. As principais modificações não ocorreram no setor da Montagem, no entanto, este ponto de mudança levou a que, neste setor se olhasse tanto para os problemas que ocorreram na geração anterior, como para aqueles que foram surgindo relativamente à

nova geração. Acabou, assim, por surgir a necessidade de se estudar o problema associado à não conformidade de nomenclatura. Desta forma, neste estudo, as questões de investigação são as seguintes:

1. Quais as principais causas da ocorrência de componentes não conformes de nomenclatura?
2. É possível categorizar as principais causas da não conformidade?
3. De que forma as ações implementadas para mitigar as causas identificadas se relacionam com os custos de qualidade?

Deste modo, o objetivo do estudo consistiu em auxiliar a empresa, no desenvolvimento e implementação de ações, que permitam mitigar ou até mesmo eliminar as causas que estão na origem do problema em análise, através da aplicação de tanto de ferramentas da qualidade como de ferramentas e métodos *lean*.

1.3 Metodologia

A metodologia não é mais do que uma estratégia, plano de ação ou projeto, por detrás da escolha e utilização de métodos específicos e paradigmas, que liga a seleção e utilização de métodos aos resultados (Daniel, Kumar, & Omar, 2018).

A pesquisa qualitativa trata-se de um processo de investigação que se baseia na interpretação e significado das coisas (Secker, Wimbush, Watson, & Milburn, 1995). Este tipo de investigação privilegia o contacto real. O investigador socorre-se do contexto físico para recolher diretamente os dados de que necessita, para tal, utiliza técnicas descritivas de recolha de dados. A pesquisa qualitativa envolve, acima de tudo, o estudo do significado da vida das pessoas ou de acontecimentos, tal como ocorrem no contexto real (Pettigrew, 1973; Yin, 2016).

Segundo Yin (2016), apesar de não existir uma tipologia formal das variantes da pesquisa qualitativa, o estudo de caso faz parte dos tipos de pesquisa que este método utiliza. O estudo de caso é uma das muitas maneiras de fazer pesquisa em ciências sociais e tem vindo cada vez mais a ganhar importância em campos orientados para a prática (Yin, 2018).

Um estudo de caso é uma investigação empírica, que investiga um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto real, especialmente quando os limites entre o fenómeno e o contexto não são claramente definidos. Trata-se de uma estratégia abrangente de pesquisa, que requer um planeamento para ser executada da melhor forma (Morland, Feagin, Orum, & Sjoberg, 2006; Yin, 2018).

Assim, de forma a atingir os objetivos propostos, o estudo realizado desenvolveu-se em várias etapas. Passando inicialmente pela apresentação da organização, do seu processo produtivo e do desafio que está na base do estudo apresentado.

No segundo passo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, com o intuito de aprofundar os conhecimentos nas áreas em estudo, que teve por base a análise de vários artigos científicos, identificados e relacionados, com as temáticas abordadas. E ainda, alguns livros, de forma a complementar as informações previamente recolhidas.

No terceiro passo, procedeu-se à identificação do problema em estudo e à sua análise. Foram identificadas as causas do problema e selecionadas as mais prováveis. Seguindo-se a apresentação de um conjunto de ações para a resolução do problema.

Por último, realizou-se a análise dos resultados e registraram-se as respetivas conclusões do estudo.

1.4 Estrutura

O presente documento está organizado em 6 capítulos. O primeiro capítulo é introdutório e foca-se no enquadramento do trabalho, ou seja, aborda a problemática da investigação, os objetivos definidos, a metodologia e ainda a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é feita a caracterização da empresa e do desafio. É apresentada uma breve descrição acerca da empresa de acolhimento, do seu processo produtivo, do departamento onde o estágio foi desenvolvido, o sistema de apoio para atingir os objetivos definidos e, é ainda apresentado o desafio do estudo de caso.

O capítulo seguinte, terceiro capítulo, apresenta todo o enquadramento teórico. Foi elaborada uma revisão bibliográfica, que envolve todos os fundamentos teóricos relevantes para fundamentar o trabalho realizado.

O quarto capítulo apresenta a componente prática do estudo, onde é descrito como foi desenvolvido o projeto, como o problema foi identificado, como foi analisada toda a envolvência do problema, e ainda, o plano de ações para o bloqueio.

No quinto capítulo, são expostos os resultados obtidos. Por último, no sexto capítulo, enunciam-se as críticas e considerações finais sobre os resultados da aplicação prática do projeto, e ainda, um conjunto de oportunidades para desenvolvimentos futuros.

2 Caracterização da empresa e do desafio

Este capítulo destina-se à caracterização da empresa e do desafio em concreto. Assim, é feita uma breve descrição acerca da organização onde foi desenvolvido o estudo, do seu processo produtivo, do sistema de apoio utilizado para atingir os objetivos definidos, e é ainda apresentado o desafio do estudo de caso.

2.1 A empresa

O Centro de Produção onde o estudo foi desenvolvido corresponde a uma unidade industrial de montagem terminal de veículos, que faz parte de uma multinacional francesa. Além possuir diversas fábricas de produção automóvel espalhadas pelo mundo, fazem também parte do Groupe PSA outras entidades, como por exemplo, o Banque PSA Finance, a Faurecia, a Gefco e a Aixam.

O Centro de Produção de Mangualde (CPMG) começou a ser construído no ano de 1963, na Quinta do Bacelo em Mangualde, e logo no ano seguinte foi produzido o seu primeiro automóvel, o tão conhecido modelo Citroën 2CV, *Figura 2-1*. Nesse ano, foram produzidos cerca de 472 veículos.

Ao longo dos seus 57 anos de história, foram produzidos no Centro de Mangualde cerca de 1,4 milhões de veículos dos 18 modelos fabricados, *Tabela 2-1*.

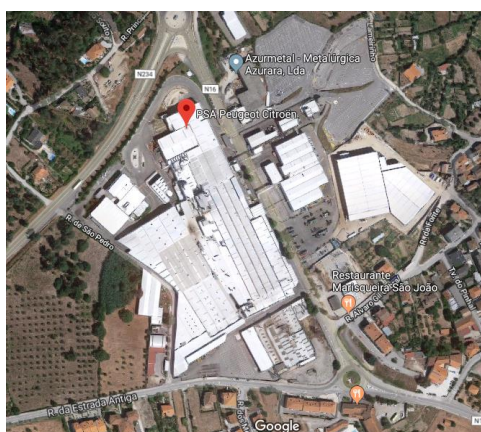


*Figura 2-1 Modelo 2CV.
Fonte: CPMG, PSA.*

Na *Figura 2-2*, encontra-se a imagem de satélite do CPMG. Este possui uma superfície total de aproximadamente 10 hectares, sendo que cerca de 5 deles correspondem a superfície coberta.

*Tabela 2-1 Histórico de modelos produzidos no CPMG.
Fonte: CPMG, PSA.*

Duração	Modelo	Número veículos produzidos
1964 a 1990	Citroën 2CV (ZL)	79.914 veículos
1964 a 1970	Citroën 2CV Furgão (Azul)	781 veículos
1965 a 1977	Citroën 2CV Furgão (AK)	1.187 veículos
1965 a 1976	Citroën H Furgão (H)	570 veículos
1965 a 1976	Citroën AMI	7.800 veículos
1966 a 1975	Citroën DS	2.722 veículos
1967 a 1983	Citroën DYANE (AY)	27.660 veículos
1969 a 1983	Citroën MEHARI (MHA)	19.749 veículos
1970 a 1979	Citroën GS	16.705 veículos
1977 a 1982	Citroën FAF	631 veículos
1972 a 1982	Citroën CX	2.0250 veículos
1980 a 1981	Citroën GSA	2.0250 veículos
1981 a 1987	Citroën VISA	25.500 veículos
1990 a 1998	Citroën AX	90.998 veículos
1996 a 2000	Citroën SAXO	99.977 veículos
1998 a 2010	Citroën Berlingo	582.425 veículos
	Peugeot Partner (M49 +M59)	
2010 a 2018	Citroën Berlingo Peugeot Partner (B9)	383.117 veículos



*Figura 2-2 Imagem de satélite do Centro de Produção PSA em Mangualde.
Fonte: Google Maps.*

Atualmente, a fábrica labora 24 horas por dia, com um regime de 3 turnos (das 07h00 às 15h00, das 15h00 às 23h00 e das 23h00 às 07h00). Contabilizam-se um total de cerca de 1000 colaboradores efetivos. No entanto, para além da contribuição dos colaboradores fabris e dos internos da fábrica, há um contributo constante de empresas externas prestadoras de serviços.

Presentemente, o CPMG é uma das empresas com maior volume de vendas no distrito de Viseu, ocupando o 1.º lugar no *ranking* por vendas do distrito e o 10.º lugar no *ranking* por resultados (“Ranking empresas de Viseu,” n.d.). Em 2017, produziu 53 600 veículos dos dois modelos fabricados, Peugeot Partner e o Citroën Berlingo. A maior parte da sua produção é destinada à exportação, sendo que no ano de 2017, 90% da produção foi dirigida aos mercados internacionais.

Relativamente à fabricação automóvel em Portugal, a PSA Mangualde possui uma participação de 31% do total.

Em 2018, a fábrica de Mangualde lançou a terceira geração de veículos das marcas Citroën e Peugeot, para tal, o Centro sofreu um profundo processo de modernização, uma das maiores transformações da sua história. Iniciando assim a produção dos novos Peugeot Partner/ Rifter e Citroën Berlingo/ Berlingo Van.

A partir do segundo semestre de 2019, meados de outubro, o Centro começará a produzir, pela primeira vez, veículos da marca Opel. O modelo fabricado será o novo Opel Combo em duas variantes – comercial e de passageiros.

2.1.1 Descrição do Processo Produtivo

O processo de produção automóvel varia de acordo com o tipo de produção que é realizado em cada uma das unidades da respetiva indústria. O CPMG, tratando-se de uma unidade industrial de montagem terminal de veículos automóveis, possui o seu próprio processo.

Para preparar um veículo na totalidade, este tem de passar obrigatoriamente por quatro linhas, são elas a linha de ferragem, de pintura, de montagem e, por último, a de qualidade.

- **Linha de Ferragem**

O processo inicia-se na linha de ferragem, aqui as chapas que constituem o automóvel são montadas e soldadas por resistência. A linha está dividida em duas áreas diferentes, maquetes e acabamentos. A área de maquetes corresponde à zona onde ocorre a conformação geométrica e a soldadura da carroçaria. Na sua linha principal são

agregados os subconjuntos previamente conformados em linhas paralelas. As diferentes peças de chapa são soldadas através de pontos de soldadura electropneumática e por alguns cordões de soldadura. Já na área de acabamentos, são montados e fixos alguns elementos, como por exemplo, o capô e as portas.

No final da linha, a carroçaria é levada, através de um comando automático de elevação e translação, para o processo da linha de Pintura.

- **Linha de Pintura**

Após saírem da linha de Ferragem, as carroçarias são encaminhadas para a linha de Pintura, a qual é responsável por assegurar que o automóvel tem a capacidade de responder aos requisitos de resistência às agressões do meio exterior, e aos de estanquicidade e estética.

Resumidamente, na linha de Pintura dá-se a aplicação de sucessivas camadas de tratamento na superfície da carroçaria. Antes de serem pintadas, as caixas são expostas a uma sucessão de tratamentos de superfície, que visam melhorar a sua resistência à corrosão e prepará-las para o processo de pintura propriamente dito.

O primeiro passo são os tratamentos de superfície, que se dão no Túnel de Tratamento de Superfície (TTS), onde é feito um pré-tratamento de limpeza, desengorduramento e alguns testes de capacidade de anticorrosão da chapa, de forma a garantir a melhor qualidade possível no processo de pintura.

Seguindo-se o processo de Cataforese, que consiste na aplicação de uma 1.^a camada de tinta, através de eletrodeposição, e que tem como principal objetivo a anticorrosão da chapa.

A Estanqueidade, terceiro passo, baseia-se na aplicação de mástique, que torna o veículo impermeável à água, ao ruído e ao ar. Após este processo, dá-se o Base Coat 0, que corresponde à colocação da 2.^a camada de tinta, a qual confere resistência antigraatilha e a raios UV, além disso, serve de base para a aplicação das lacas.

O 4.^o passo é a Base Coat ½, cuja sua função é dar cor ao veículo, podendo ser opaca, ter efeitos metálicos ou nacarados.

O último passo, Verniz, baseia-se na aplicação de verniz, que confere brilho à carroçaria, e também resistência química e mecânica à chapa, protegendo-a de riscos.

- **Linha de Montagem**

Após deixarem a linha de Pintura, as carroçarias avançam para a linha de montagem, onde são anexadas as restantes peças do automóvel.

Este setor está dividido em três áreas de trabalho: o primeiro acabamento, a mecânica e o segundo acabamento.

No primeiro acabamento são identificados os veículos através do número de carroçaria e da etiqueta de construtor, que reúnem todos os elementos de identificação do veículo. Estas informações são cruciais, pois indicam quais os componentes que fazem parte de cada um dos *chassis*¹ produzidos.

Em simultâneo com a linha principal de montagem estão as linhas de subconjuntos, responsáveis pela preparação dos subconjuntos que vão sendo anexados ao *chassi*, no decorrer do seu percurso pela linha principal. Dos subconjuntos fazem parte, por exemplo, a preparação dos quadros de bordo e das portas *avant* (portas da frente).

Nesta área de trabalho são realizadas diversas operações, tais como: montagem das cablagens e colocação de pedaleiras, tapetes, guarnição do tejadilho, entre outras coisas. Estas operações vão sendo realizadas à medida que a carroçaria se vai movimentando sobre um *charriot* (carrinho), através de um transportador contínuo de baixa velocidade.

No setor da mecânica, as carroçarias deixam os *charriots* e passam a ser levadas por um transportador aéreo, a aranha. Nesta etapa, o motor, o sistema de escape e os eixos, preparados em linhas “paralelas”, são adicionados à carroçaria.

De seguida, realizam-se várias operações, na zona *AR* (zona de trás) e na zona *avant* (zona da frente) do veículo, nomeadamente a colocação da bateria, do guarda lamas, do para-choques e das óticas.

Após esta fase, são montadas a suspensão traseira, as rodas e algumas guarnições da zona *AR* do veículo. Além disso, são feitas ligações e afinações na parte inferior da carroçaria.

No final desta área de trabalho, o veículo deixa o transportador aéreo e começa a andar sobre as suas próprias rodas.

Por último, temos o segundo acabamento, no qual são colocados vários componentes, entre os quais: vidros, lanternas, estofos, portas *avant* e baguetes (embelezadores exteriores das portas).

¹ Corresponde a uma estrutura de suporte para outros componentes. Nos veículos, as suas carroçarias são montadas sobre o *chassi*.

Este setor, tal como já foi referido, caracteriza-se por uma linha principal de montagem e várias linhas de subconjuntos. As linhas de subconjuntos trabalham em síncrono com a linha principal e alimentam-na com os seus *outputs*.

Ao ser terminada a montagem do veículo, este dirige-se para os últimos testes no “*Bout d’Usine*”, no departamento da Qualidade (QCP).

- **Linha de Qualidade**

A linha de qualidade é a última etapa de produção do veículo, esta ocorre no “*Bout d’Usine*”, onde é feito o controlo de todos os componentes do veículo.

O primeiro local por onde o veículo passa é o banco de paralelismo, que regula os faróis e alinha a direção. Em seguida, o veículo entra no banco polivalente, para serem testados o sistema de travagem, a potência do veículo e o controlo funcional. Depois, passa por um controle, aos ruídos, à suspensão e à estanqueidade.

Por fim, o aspeto e a conformidade são controlados e avaliados, para além de outros componentes eletrónicos.

Após serem feitos todos os testes, o veículo está totalmente finalizado e apto para ser entregue ao cliente.

2.1.2 Departamento de Montagem

É no departamento de montagem que o veículo se transforma realmente, aqui, todas as peças pertencentes ao exterior e interior, são anexadas ao *chassi*.

Tal como em todos os departamentos da fábrica, a Montagem está dividida por áreas de trabalho, no caso em três áreas, designadas unidades elementares de produção (UEP), que não são mais do que organizações física de equipas, às quais está afeto um responsável de unidade (RU), vários monitores (MON) e operadores (OP).

A *Figura 2-3* representa um esquema gráfico da hierarquia das funções referidas. A cada UEP, por turno, está afeto um único RU e vários monitores, cada um responsável por um determinado módulo (MOD). Sendo que a cada um desses módulos estão associados diferentes operadores.

As UEP’s do departamento de montagem distribuem-se em três pisos, no piso 0 encontram-se as UEP’s M1 e M3, já a UEP M2 corresponde aos pisos -5 e -7. Tal como se pode ver pela

Figura 2-4.

A primeira UEP, M1, é a que inclui o início do processo no departamento, sendo responsável pelos primeiros acabamentos, é aqui que são colocadas as primeiras peças

do carro. A segunda, M2, dedica-se à preparação quer dos motores quer dos eixos. E por fim, a M3, corresponde ao local onde são colocados todos os órgãos mecânicos do veículo e os restantes acabamentos, por exemplo, o volante, os vidros e os bancos.

Cada uma das UEP's é composta por vários postos de trabalho (zonas), os quais passam a ser citados por UEP:

- **M1**
 - zona HC da linha principal e algumas das linhas de preparação (PLC, PAV, PQB, TEJ e Pedaleiras). Assim como, as zonas de *picking* responsáveis por abastecer as linhas enunciadas.
- **M2**
 - todos os postos relacionados com a preparação dos motores (MOT's) dos eixos (GAV's), molas da frente e depósito (PORTEUR e POM's), bem como, as respetivas zonas *picking*.
- **M3**
 - zonas da linha principal, MVM e MVA, o VCA e as respetivas zonas de *picking*.

O projeto em estudo incide principalmente sobre as zonas *picking* e toda a sua envolvente.

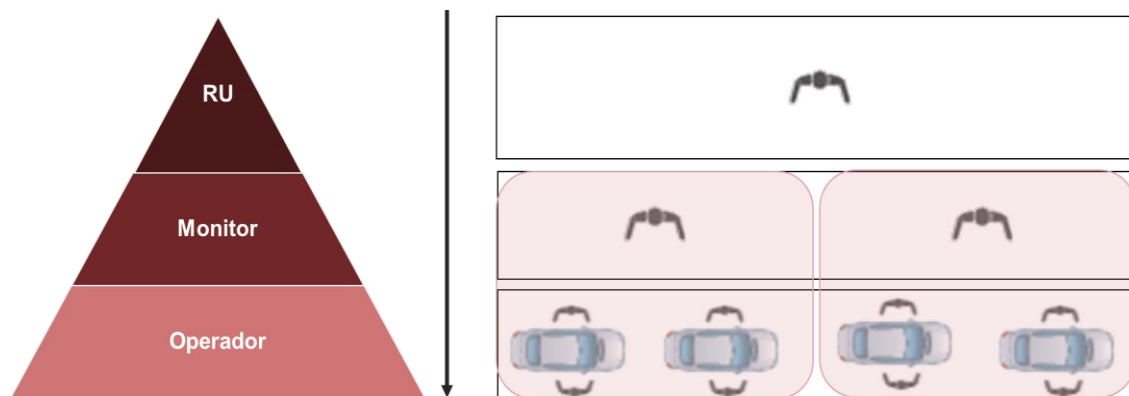


Figura 2-3 Hierarquia dentro de uma UEP.
Fonte: CPMG, PSA.

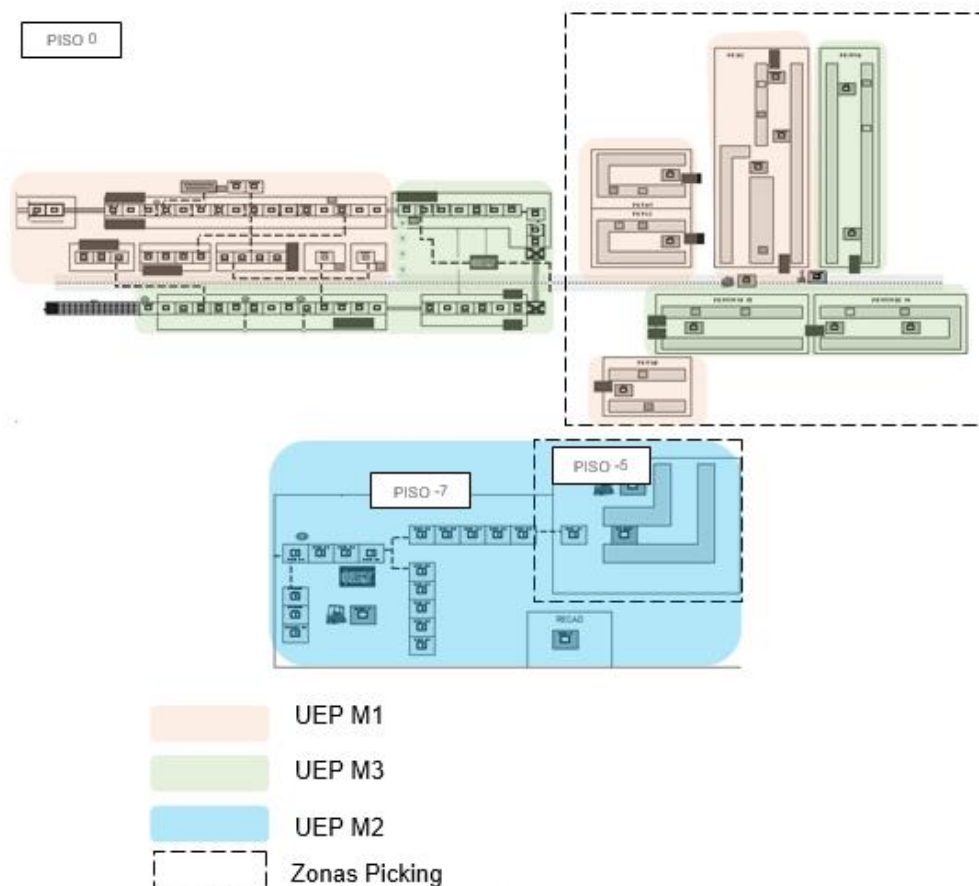


Figura 2-4 Esquema representativo do departamento de montagem.
Fonte: CPMG, PSA.

2.1.3 PES – PSA Excellence System

Para alcançar um estado de qualidade no processo produtivo é crucial que haja o envolvimento de todas as partes implicadas. Para tal a PSA conta com o apoio do PES - *PSA Excellence System* - conjunto de regras padronizadas de gestão de produção, implementadas em todas as fábricas do grupo. O qual descreve todos os padrões que devem ser aplicados, do operador ao monitor, a fim de alcançar o desempenho exigido pelo Grupo. Este abrange também todas as atividades de produção, na fase nominal, e na fase de desenvolvimento de um projeto. Estando ainda associado ao sistema de gestão de qualidade que atende aos requisitos de certificação ISO para fábricas.

Resumidamente, o PES é a junção dos modos de gestão, de comportamentos e das ferramentas que permitem alcançar os objetivos do grupo, tratando-se da resposta do Grupo ao seu próprio desafio de eficiência operacional. É um método de trabalho e de gestão que se apoia nos princípios de *lean* e da melhoria contínua.

Na *Figura 2-5* é exposta uma representação do Sistema PES utilizado no CPMG. Como se pode ver pela *Figura 2-5*, o Sistema PES é descrito através de uma casa e está dividido em 4 zonas. A primeira delas é o telhado, que representa a excelência operacional da área de produção. A segunda está relacionada com a base da casa, ou seja, a necessidade de bases sólidas e estáveis – nivelamento da produção, *Standard Work & Kaizen*, gestão visual, valores e comportamentos. Com a base colocada, é possível construir paredes sólidas para segurar o telhado. Neste caso, o sistema baseia-se nos seguintes princípios técnicos: Zero Defeitos e *Just In Time*. Por fim, o chamado coração da casa que engloba a componente humana e a identificação de desperdícios. O Homem e a equipa, pessoas competentes com um objetivo comum. A identificação e eliminação de desperdícios, eliminação ou redução de todas as atividades que não trazem valor acrescentado, tudo isto tendo sempre por base um pensamento de melhoria contínua.

O Sistema PES baseia-se em 8 princípios, que devem ser seguidos a fim de atingir os objetivos propostos: *Standard Work & Kaizen*, Gestão Visual, Zero defeitos, Identificação Desperdícios, Na Hora Certa, *Heijunka*, Valores, Atitudes e Comportamentos e Homens & Equipa.

Já no que toca às ferramentas, são usadas as seguintes para a resolução de problemas: o PDCA, os 5 Porquês, QQQQC, Diagrama de Pareto, Diagrama Causa-Efeito, Diagrama em Árvore, aplicação de SMED, 5S, MIFA, KANBAN e *Standard Work & Kaizen*, entre outras.

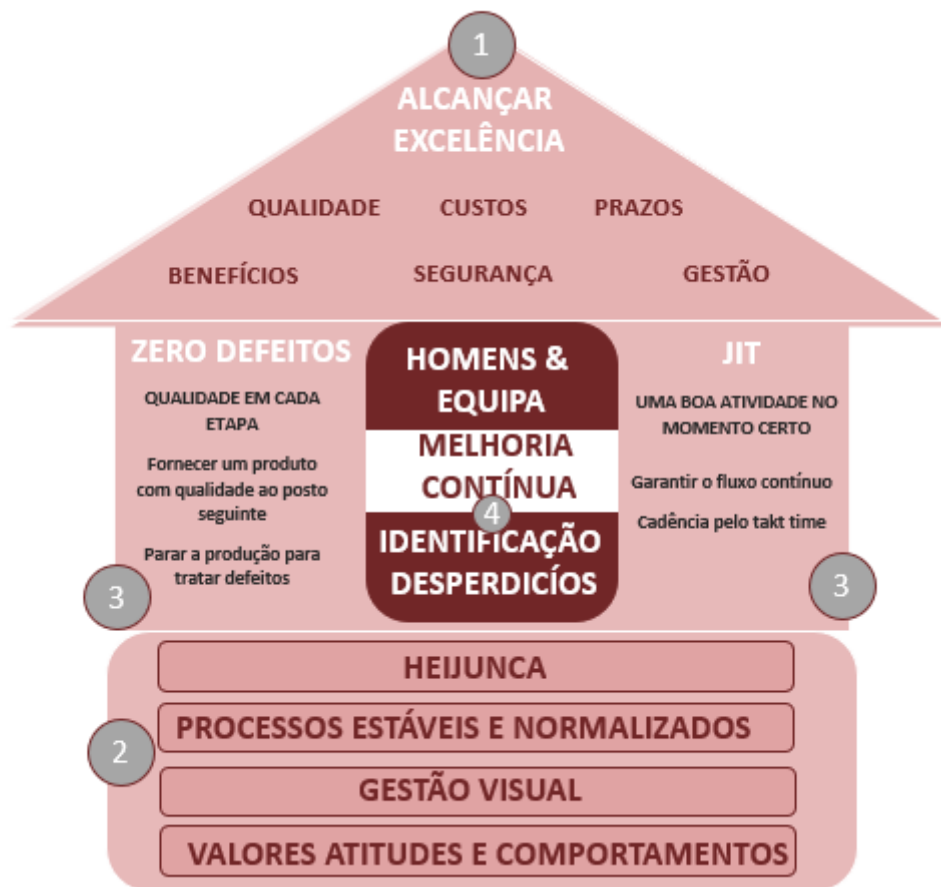


Figura 2-5 Esquema Sistema PES.
Fonte: CPMG, PSA.

2.2 Apresentação do Desafio

O ano de 2018 foi um ano de grandes transformações, foram enfrentados grandes desafios e superadas diversas dificuldades. O fim de vida do B9 e o lançamento do K9, nova geração de veículos, exigiu um grande empenho da parte de todos.

O processo de fim de vida de um veículo por si só não é fácil, no entanto, revelou-se ainda mais complexo com a alteração do plano de início de produção do novo veículo. Com os elevados pedidos de mercado para o K9, a sua produção foi antecipada e houve a necessidade de reajustar os pressupostos definidos para o seu lançamento. Em pouco mais de uma semana, a unidade industrial teve de terminar a produção do B9 e realizar a subida em cadência do K9.

O plano inicial, passava por introduzir de forma gradual o novo veículo, de forma a estudar e perceber quais os ajustes necessários além dos óbvios, contudo tal não se

verificou. Como já foi referido, a fábrica passou por uma das maiores e importantes transformações industriais da sua história, foram feitas diversas mudanças em toda a unidade, todas com o objetivo de a preparar para a plena produção do novo modelo.

Com todo o ambiente de mudança e dado o início de produção da nova geração de veículos, a empresa encontrava-se com a necessidade de colmatar algumas falhas, nomeadamente as ocorridas antes e durante o início do processo de produção a 100% da nova geração. Em resposta, a unidade procurou encontrar soluções para mitigar ou até mesmo eliminar as dificuldades sentidas.

Tendo em conta os veículos K9 produzidos de janeiro a outubro de 2018, e partindo da análise dos defeitos detetados externamente, isto é, pelos consumidores finais, percebeu-se que um dos problemas existentes eram as peças não conformes de nomenclatura. Tratava-se do defeito com maior número a nível externo. Não era possível saber ao certo qual a origem deste problema, daí a importância de se desenvolver um estudo acerca do mesmo.

No sentido de desenvolver um estudo sobre o problema e responder aos objetivos definidos, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica, tendo por base vários artigos científicos e livros.

3 Revisão da literatura

No presente capítulo pretende-se apresentar uma compilação da revisão da literatura sobre o tema em estudo, aplicação de ferramentas da qualidade e ferramentas *lean* no contexto da indústria automóvel. Para tal, serão apresentados um conjunto de conceitos e considerações relativos à qualidade, inclusive o seu papel na indústria automóvel, bem como algumas das suas ferramentas, de destacar o diagrama em árvore e o diagrama de pareto. Serão ainda abordados conceitos relativos ao *lean* e apresentadas algumas das suas soluções, tal como, a gestão visual e o *standard work*.

3.1 Qualidade: conceitos e considerações

Ao longo dos anos têm sido vários os autores a dedicar-se à definição de qualidade. O termo é utilizado por várias pessoas e entidades, e está associado às mais diversas áreas, o que dificulta a existência de uma definição geral padronizada. Tudo isto faz com que existam distintas definições de qualidade, todas elas apropriadas sob diferentes circunstâncias (Garvin, 1984; Ojasalo, 2006; Reeves & Bednar, 1994; Seawright & Young, 1996; Sebastianelli & Tamimi, 2002). A definição de qualidade apresenta assim uma diversidade de interpretações. Cada autor busca, de uma forma simples, uma definição que possa ser compreendida e utilizada por todos.

A *Tabela 3-1*, mostra uma síntese das diferentes definições dadas para o conceito de qualidade, segundo os “Gurus da Qualidade” – autores/estudiosos que apresentaram contribuições significativas neste campo do conhecimento.

Tabela 3-1 Definições do conceito qualidade na ótica dos Gurus da Qualidade.

Crosby	“Qualidade é a conformidade do produto com as suas especificações.” (Crosby, 1979)
Deming	“Qualidade é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente.” (Deming, 2013)
Feigenbaum	“Qualidade é a correção dos problemas bem como das suas causas ao longo de toda a série de fatores relacionados com marketing, projetos, engenharia, produção e manutenção, que exercem influência sobre a satisfação do utilizador.”(Feigenbaum, 1951)
Ishikawa	“Qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que é mais económico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor.”(Ishikawa, 1990)
Juran	“Qualidade é ausência de defeitos.”(J. M. Juran, 1992)

As definições de qualidade apresentadas têm em comum tanto a preocupação com as necessidades, como com as expectativas do cliente, quer ele seja interno ou externo. Sendo assim, a qualidade não é apenas a conformidade com as especificações do produto é a sua adequação ao uso pretendido.

Com o intuito de auxiliar e clarificar o conceito de qualidade, Garvin em 1984 propôs, através de uma visão ampla e inclusiva, a divisão do conceito de qualidade em cinco abordagens: a transcendental, a baseada no produto, a baseada no utilizador, a baseada na produção e a baseada no valor (Garvin, 1984; Styliadis, Wickman, & Söderberg, 2015) .

Na abordagem transcendental, a qualidade é vista de uma forma que não pode ser definida com grande precisão, uma vez que, é entendida como sendo uma “excelência inata”, apenas reconhecida pelo cliente através da sua experiência com o produto. Trata-se assim, de uma propriedade que é reconhecida unicamente pela experiência. De acordo com esta abordagem a qualidade só é percebida após a exposição a uma sucessão de objetos com esta característica.

Na abordagem baseada no produto, a qualidade é entendida como uma variável precisa e mensurável, e está relacionada com a diversidade de características e/ ou com a quantidade de atributos de um produto. Nesta abordagem os produtos tendem a ser hierarquizados de acordo com os seus atributos mensuráveis. Para um determinado produto ser escolhido é necessário que possua algo mais em relação aos outros.

Na abordagem baseada no utilizador, a definição de qualidade baseia-se no utilizador/ cliente. A qualidade dos produtos ou serviços é percebida tendo em conta o grau de satisfação das necessidades ou preferências dos utilizadores. Assim, um produto diz-se de alta qualidade se satisfizer na totalidade ou na maioria as necessidades de grande parte dos consumidores.

Na abordagem baseada na produção, o conceito de qualidade está relacionado com termos de engenharia. Está dependente da conformidade com os requisitos, tal como foram estabelecidos no projeto do produto, ou seja, qualidade está diretamente ligada à conformidade com as especificações.

Por último, a abordagem baseada no valor, onde a qualidade está dependente do nível de conformidade ou desempenho do produto, e do seu preço ou custo. Assim, um produto para ter qualidade necessita de um alto grau de conformação ou desempenho, a um preço ou custo aceitável pelo consumidor. Cada vez mais as organizações buscam produzir produtos com qualidade, a baixo custo, para terem mais aceitação de mercado, e para terem mais lucro.

A definição de qualidade proposta por Darvin, mostra-se complexa comparativamente às propostas dos restantes gurus. Darvin procurou dar à qualidade uma definição mais abrangente, ao reunir num só ambiente as cinco abordagens, estando assim a alargar o âmbito da qualidade. Em todas as abordagens está implícita a real importância do cliente.

O processo de decisão de compra é influenciado pela percepção que os clientes têm da qualidade, tanto do produto em si, como de quem o fornece. Deixou de se focar apenas na qualidade dos produtos e passou a englobar-se o processo produtivo, a forma como o produto/ serviço chega até ao cliente final, e até ao serviço pós-venda (Ahmed Al-Dujaili, 2013).

As organizações estão constantemente a procurar formas para melhorarem a qualidade da sua produção, o que origina um compromisso entre a qualidade certa e os custos que a organização teve para alcançá-la.

3.1.1 Custos da qualidade

Por volta de 1951 surgiu o conceito de custos da qualidade (Pyzdek, 2012), tratando-se de um conceito onde não existe concordância relativamente à sua definição.

O conceito de custos da qualidade tem diferentes significados, a sua descrição varia consoante a definição que é atribuída ao conceito de qualidade e às estratégias adotadas por cada organização. Ao mesmo tempo, que existem entidades que consideram os custos de qualidade como sendo todos os custos que são necessários para atingir a qualidade, outras afirmam que correspondem aos custos associados ao departamento de qualidade (Joseph M. Juran, Godfrey, Hoogstoel, & Schilling, 1998; Mahmood, M. Ahmed, Panthi, & Ishaque Kureshi, 2014).

Para que os produtos e serviços fornecidos por uma determinada organização sejam melhorados constantemente é importante explicar e compreender os custos associados à qualidade (Mahmood et al., 2014).

São vários os autores que definem a classificação dos custos de qualidade em três categorias principais: custos de avaliação, custos de prevenção e custos de falhas, internas e externas (Ayach, Anouar, & Bouzziri, 2019; Joseph M. Juran & Gryna, 1993):

- **Custos de avaliação:** o custo de todas as atividades que têm como finalidade manter a boa qualidade, ou seja, abarcam todos os custos com atividades que asseguram que o produto ou processo está em condições

satisfatórias, que todos os requisitos de qualidade são garantidos. A título de exemplo, temos os custos de inspeção, teste e auditorias.

- **Custos de prevenção:** correspondem aos custos necessários para alcançar a boa qualidade. Envolvem todo o investimento para garantir que os requisitos de qualidade são cumpridos, relacionam-se com a prevenção de defeitos. São exemplo, os custos da identificação de causas, da implementação de ações corretivas, da formação de pessoas, da avaliação de fornecedores e da compra de equipamentos.
- **Custos de falhas internas:** resultam de custos com defeitos (por exemplo, erros e não conformidades) que surgem antes da entrega do produto ao cliente. São exemplo, os custos de retrabalho, de reparação e da análise de falhas para determinar causas.
- **Custos de falhas externas:** abrangem os custos dos defeitos que surgem depois da entrega do produto ao cliente. Inclui os custos da reparação, recessão e substituição de produtos sob garantia, da averiguação das causas do erro, das reclamações e da perda de confiança dos clientes.

A análise dos custos da qualidade é bastante importante para as organizações, permite-lhes identificar potenciais medidas de melhoria e de controlo sobre as consequências da má qualidade. Ao realizar-se essa análise, pretende-se melhorar o resultado da organização eliminando a má qualidade (Mahmood et al., 2014).

3.2 Qualidade e a indústria automóvel

A indústria automóvel sofreu um crescimento exponencial desde os dias em que os carros eram produzidos totalmente à mão, para as complexas e gigantescas infraestruturas existentes nos dias de hoje, em que a maioria das tarefas são feitas recorrendo a sistemas inteligentes.

A palavra qualidade também no setor automóvel foi, ao longo do tempo, sofrendo diversas alterações. Com o crescente aumento da competitividade, o mercado automóvel sofreu uma grande transformação, e toda a indústria ligada ao setor assumiu um papel de maior importância. À medida que o poder de compra das pessoas foi aumentando, também a sua busca por produtos de melhor qualidade expandiu. Além do desempenho

do produto, do seu preço e marca, a qualidade passou a ser um fator decisivo no ato de compra (Hanaysha, Hilman, & Hasmini Abdul-Ghani, 2014; Z. Xu, Dang, & Munro, 2018).

A qualidade percebida pelos clientes é um dos fatores mais importantes para o sucesso dos fabricantes automóveis (Stylidis et al., 2015). Quanto melhor o atendimento ao cliente maior será a vantagem competitiva da organização (L. Xu, Blankson, & Prybutok, 2017). Contudo, as expectativas dos clientes são um processo em constante alteração, o que o torna bastante desafiador. É necessário um trabalho permanente por parte das organizações para identificarem e ao mesmo tempo se adaptarem às exigências do mercado (Lixandru, 2016).

Nas indústrias do ramo automóvel a gestão da qualidade envolve vários processos. Começando no processo de design, que abrange a parte do projeto, em que o produto é pensado e criado. Seguindo-se o processo de compras, que envolve a parte da seleção dos componentes a utilizar. Posteriormente, o processo de fabricação, método de produção e sua envolvimento. E ainda, o processo de pós-venda.

Manter um bom relacionamento com o cliente depois da realização da venda do produto é crucial, mostra-se o quanto é importante para a empresa a satisfação do cliente (Z. Xu et al., 2018).

O principal objetivo da área automóvel é fornecer às pessoas uma mobilidade cada vez mais segura e confortável (Lixandru, 2016).

3.3 Não conformidades

De acordo com a ISO 9000:2015, não conformidade corresponde ao não atendimento de um requisito pré-estabelecido (Norma Portuguesa, 2015), que pode estar relacionado quer com fatores internos quer com fatores externos. Não conformidades podem ocorrer em qualquer processo, uma vez que, não existem processos que funcionem com 100% de qualidade.

A ocorrência de não conformes é uma situação indesejada e, como tal, deve ser registada e analisada para que a organização possa tratá-la devidamente. Geralmente, as não conformidades são detetadas no decorrer do normal funcionamento das atividades de uma organização, através de reclamações de clientes, por análise de inquéritos de satisfação ou no serviço de um fornecedor (Alonço, 2018).

A análise e tratamento de uma não conformidade dependem da sua natureza, do momento em que ocorre e do modo como é detetada. No entanto, o problema deve ser resolvido o mais rápido possível de forma a minimizar a insatisfação do cliente (Alonço, 2018).

Quando ocorre uma não conformidade, devem ser recolhidos dados acerca do incidente. Recolher documentos e/ou informações que fundamentem e contribuam para a análise das causas; definir ações corretivas, com base nas causas detetadas; comunicar as ações definidas para o tratamento do incidente e acompanhar a sua implementação (Alonço, 2018). É importante fazer a verificação da eficiência e da eficácia da implementação das medidas preconizadas, deve ser feito um acompanhamento até que a ação seja implementada de forma eficaz.

3.4 Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade auxiliam no tratamento e análise de problemas, melhoram processos e intervêm na procura de soluções. Ajudam a descrever, medir, interpretar, analisar e propor soluções para resolvê-los, através da identificação das áreas sobre as quais se devem concentrar os esforços de melhoria (Boer & Blaga, 2013).

Com a aplicação destas ferramentas pretende-se tornar o trabalho mais organizado, principalmente a tomada de decisões com base em fatos e dados.

Cada uma das ferramentas tem um propósito definido, apesar de algumas delas terem propósitos idênticos, o melhor mesmo é quando são utilizadas em conjunto. Complementam-se e os resultados alcançados são mais viáveis.

Dotar os participantes dos processos organizacionais com simples instrumentos, fáceis de perceber e aplicar, é uma mais valia para a resolução dos problemas. Sem dúvida, o desempenho das ferramentas está dependente das perspetivas e experiências de quem as aplica (Harel et al., 2016).

Para conseguir alcançar melhorias de qualidade é preciso entender os processos e perceber quais os seus problemas e causas. É importante incluir as principais partes envolvidas nos problemas, por forma a reunir o máximo de informação, evitando imprecisões e omissões (Harel et al., 2016).

Foram utilizadas algumas ferramentas da qualidade, tais como: Diagrama em Árvore, Fluxograma, Matriz GUT, Folha de Verificação e Diagrama de Pareto.

3.4.1 Diagrama em árvore

O diagrama em árvore é frequentemente utilizado para identificar, a partir de um problema central, as causas deste. Partindo do geral para o particular, ou seja, de uma visão mais generalizada para o detalhe (Marugán & García Márquez, 2017). Este tipo de diagrama pode ser representado tanto na horizontal como na vertical, deve optar-se pela forma que melhor expõe o problema em estudo (Project Management Institute, 2013).

Possui várias aplicações, desde identificar possíveis causas de um problema, analisar processos de forma mais detalhada ou até mesmo, desdobrar um tema em partes mais específicas.

Para elaborar um diagrama em árvore começa-se sempre por selecionar um problema a ser resolvido, um processo a ser dividido ou um objetivo a ser alcançado. Tendo em conta o ponto de partida definido, é criada uma pergunta que dá origem ao próximo nível de detalhe, essa pergunta pode ser de natureza variada, tudo depende do que se pretende alcançar (Marugán & García Márquez, 2017). Por exemplo, para o caso de se querer analisar uma causa de um determinado problema, pode fazer-se a seguinte questão “Porque é que isto aconteceu, o que lhe deu origem?”, já para o caso de ser definido um determinado objetivo, a questão pode ser “O que posso fazer para alcançá-lo”, consoante o ponto de partida assim deve ser criada a questão.

Sucessivamente, vai sendo feita a questão até chegar a um ponto em que o desdobramento é necessário e suficiente para o evento anterior. Aí, dá-se por terminado.

Em suma, trata-se de uma ferramenta bastante versátil que auxilia na resolução de problemas.

3.4.2 Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta para “desenhar fluxos”, que descreve cada etapa de um processo de forma ordenada. Auxilia no entendimento e resolução de problemas cuja solução passa pela divisão de um processo complexo nas suas partes mais elementares (Harel et al., 2016; Langley, Moen, Nolan, & Nolan, 1998) .

Ao desenvolver um fluxograma de um determinado processo, está a proporcionar-se uma visão mais clara acerca do mesmo, facilmente se percebe quais as etapas que o compõem. Além disso, permite identificar as diferenças entre o processo que foi idealmente criado e aquele que realmente é executado (Harel et al., 2016). Quando se desenvolve um fluxograma deve ter-se em conta aquilo que os intervenientes do processo têm a dizer, pois são quem tem maior compreensão do seu funcionamento real.

Quando se pretende criar um fluxograma é necessário definir muito bem quais serão os limites do processo, ou seja, o ponto inicial e final. Este é um dos passos mais importantes no mapeamento de processos. Em seguida, devem ser definidas as etapas do processo. Depois de criado o mapa do processo, este deve passar por uma aprovação, na qual deve ser verificado se efetivamente corresponde a uma correta representação do processo (Harel et al., 2016).

Podem ser utilizados em vários contextos, desde processos industriais, processos administrativos e procedimentos operativos. Os principais objetivos do fluxograma são representar de forma padronizada os processos e facilitar a leitura e entendimento dos mesmos.

3.4.3 Matriz GUT

A matriz GUT, cuja sigla significa gravidade, urgência e tendência, tem como objetivo orientar a tomada de decisões. A gravidade está relacionada com a importância do problema em análise relativamente aos restantes; a urgência implica a ideia de quanto importante é a ação temporal, por fim, a tendência, que se relaciona com a predisposição que o problema tem para se agravar, isto é, se tende a crescer ou a diminuir com o avançar do tempo (Seleme, 2008).

Além de considerar a gravidade do problema, a urgência na tomada de decisões e a tendência temporal, também é tida em conta a relação entre os três fatores de análise. Dessa relação resulta a matriz GUT.

Para criar a matriz basta seguir as seguintes questões:

1. Qual a gravidade do desvio?
2. Qual a urgência de eliminar o problema?
3. Qual a tendência do desvio, qual o seu potencial de crescimento?

De modo a criar a matriz GUT, para cada um dos parâmetros deve-se ir atribuindo pesos com o nível de importância de cada um dos fatores. Atribuindo o valor 1 para o menos importante e 5 para o mais importante. Após fazer essa atribuição para cada um dos fatores, o passo seguinte, é calcular a multiplicação entre eles para cada um dos parâmetros. Assim, através do resultado é possível perceber quais são os que necessitam de ser priorizados. Uma vez que são estes que causam maior impacto negativo na organização.

3.4.4 Folha de verificação

As folhas de verificação são utilizadas tanto para elaborar o planeamento da recolha de dados como para efetuar o seu registo. Os dados têm de poder ser observados e recolhidos repetidamente. Esta ferramenta, facilita a recolha e análise de dados, pretende-se que ao olhar para os dados recolhidos seja possível ter uma noção do ponto de situação (Anoye & Ouattara, 2015; Harel et al., 2016; Seleme, 2008).

Não existe um modelo certo e universal, tendo em conta que, consoante o tipo de aplicação os campos de registo variam. No entanto, existem alguns itens que devem ser

genéricos. O título, que deve espelhar qual será a análise feita, o período de observação que deve corresponder à data de início e de fim da recolha ou à hora de início e fim e, por último, os itens a serem controlados, ou seja, que tipo de ocorrências é que serão registadas.

Ao nível da aplicabilidade pode dizer-se que é bastante vasta, desde o levantamento de dados sobre a qualidade de um produto ao número de ocorrências sobre um determinado acontecimento (Harel et al., 2016).

3.4.5 Diagrama de pareto

O diagrama de pareto baseia-se no Princípio de Pareto ou também chamado de Princípio 80/20. Afirma que a minoria das causas, fatores ou esforços, em geral, leva à maioria dos resultados, produtos ou consequências (Harel et al., 2016) .

É utilizado como método gráfico de solução de problemas e priorização de resoluções. Auxilia na identificação das causas que geraram o maior número de falhas, na ordenação das causas das falhas, assim como, da sua importância. Categoriza os dados de modo a que seja possível identificar rapidamente quais os processos que têm maior influência nos resultados (Anoye & Ouattara, 2015). O seu objetivo é representar as várias causas para um determinado problema, por ordem de importância.

Os passos para criar um diagrama de pareto começam com a determinação das causas/ processos que potenciam um determinado acontecimento. De seguida, deve ser feito um levantamento de dados para cada uma das causas/ processos selecionados de forma a perceber qual a frequência com que ocorrem. Depois de reunir todos os dados, as causas possíveis devem ser organizadas da mais frequente para a menos frequente, e em seguida deve colocar-se tanto a frequência absoluta como a frequência acumulada para cada uma das causas (Harel et al., 2016).

É uma ferramenta composta por dois gráficos, um gráfico de barras verticais, que ordena as frequências das ocorrências de uma determinada característica, a ser medida da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas, e por uma curva de pareto, que representa a transição do número acumulado (Harel et al., 2016).

3.5 *Lean thinking & lean manufacturing*

Foi em 1988, que o conceito *lean* surgiu pela primeira vez mencionado num artigo (Krafcik, 1988). Mas só anos mais tarde, em 1990, através do livro “*The Machine That Changed the World*” é que este conceito foi mais aprofundado e difundido (Womack et al., 1990). Teve a sua origem no ocidente, no seio da indústria automóvel, com o objetivo de

aumentar o valor do ponto de vista do cliente. O *lean thinking* (LT) trata-se de uma filosofia de gestão, focada em aumentar a eficiência e reduzir o desperdício dos processos (Womack et al., 1990).

Segundo Womack et al. (1990), *lean* define-se como um processo dinâmico, que elimina desperdícios através da aplicação de princípios e boas práticas, da redução de custos no processo produtivo, e, ainda, da redução do trabalho produtivo excessivo.

Apesar de ter surgido no setor automóvel, o seu campo de aplicação vai muito mais além. Esta filosofia tem vindo a ser utilizada por várias organizações ao redor do mundo, desde a área da saúde (Agnetis, Bianciardi, & Iasparra, 2019; Costa & Godinho Filho, 2016), da construção (Aziz & Hafez, 2013) e até a área da moda (Sukwadi, Wee, & Yang, 2013). Permite maximizar os lucros através da redução das despesas.

O *lean manufacturing* é considerado uma abordagem adotada pelas organizações para conseguirem responder a um conjunto de desafios (Bhuiyan & Baghel, 2005; Laguna & Marti, 2002; Meade, Kumar, & Houshyar, 2006; Pinto, Matias, Pimentel, Azevedo, & Govindan, 2018a).

3.6 Soluções *lean*: ferramentas e métodos

O *lean* socorre-se de inúmeras ferramentas, métodos e técnicas, cuja eficiência está mais do que comprovada, seja qual for a tipologia da indústria, a sua aplicabilidade é universal (Seddon, O'Donovan, & Zokaei, 2011).

De seguida são apresentadas algumas das ferramentas e métodos de *lean thinking* utilizados para ajudar a implementar este tipo de pensamento nas organizações.

3.6.1 Filosofia *kaizen*

Com o forte interesse das empresas em melhorarem os seus processos internos e ao mesmo tempo aumentarem a sua eficiência, surgiu no século XX, a melhoria contínua (Imai, 1986). A preocupação dos gestores das empresas prendia-se com a necessidade de desenvolver métodos que permitissem analisar e resolver problemas de produção.

A melhoria contínua trata-se de um processo contínuo e focado na fomentação da inovação em toda a organização (Bessant, Caffyn, Gilbert, Harding, & Webb, 1994; Bhuiyan & Baghel, 2005; Pinto et al., 2018a).

A palavra *kaizen*, de origem japonesa, resulta da ligação de dois vocábulos locais: *Kai*, que quer dizer “mudar”, e *Zen*, que significa “bem” (Kiran, 2016). Assim, neste contexto *kaizen* pode ser entendido como “mudar para melhor” ou “melhoria”.

Mais do que um método, *kaizen* é uma filosofia, que procura através de um esforço contínuo, consolidar pequenas melhorias. Concentra-se na melhoria contínua dos processos de fabricação, engenharia, serviços ou de qualquer outro tipo de gestão de negócios (Kiran, 2016). Ensina as competências para trabalhar de modo eficiente, resolver problemas, documentar e melhorar processos e, ainda, recolher e analisar dados.

São cada vez mais as empresas que recorrem à implementação da estratégia de melhoria contínua, fazem-no a fim de melhorar o seu posicionamento no mercado face aos seus concorrentes (Teece, 2007). O objetivo da filosofia *kaizen* passa por resolver problemas e eliminar desperdícios no *gemba* – chão de fábrica, que corresponde ao lugar nas indústrias onde os produtos são desenvolvidos e lhes é acrescentado valor (Bhuiyan & Baghel, 2005; Pinto et al., 2018a; Suárez-Barraza, Ramis-Pujol, & Estrada-Robles, 2012; Terziovski & Sohal, 2000). Esta filosofia confere às organizações vantagem competitiva sobre os seus concorrentes.

Qualquer organização que pretenda adotar esta filosofia necessita de um grande trabalho em equipa (Paul Brunet & New, 2003). É preciso uma enorme vontade de melhorar, de aceitar os problemas e encará-los. Para existirem melhorias é necessário alterar hábitos, o que só acontece com a prática. É preciso treinar consecutivamente até o processo estar enraizado na cultura organizacional (Coimbra, 2013; Ros & Boer, 2006).

Ao colocar em prática a filosofia *kaizen*, está, implicitamente, a incutir-se na cultura da organização o pensamento *lean*. Deste modo está a alimentar-se a mudança para uma cultura de melhoria contínua.

Como já referido anteriormente, esta filosofia busca eliminar o trabalho excessivo, humanizar o ambiente de trabalho, e ainda, ensinar os colaboradores a solucionar os problemas de forma eficaz (K. Martin & Osterling, 2007). Isso, por sua vez, leva a um aumento da produtividade, a uma utilização dos recursos de forma mais racional, à eliminação de desperdícios, à redução de tempos de produção e à otimização dos equipamentos. Através de pequenas mudanças, a filosofia *kaizen*, consegue tornar os processos mais eficientes, efetivos, controlados e adaptáveis.

3.6.2 Standardized Work

A *standardization* tem um papel bastante importante na cultura de melhoria contínua, pois não podem haver melhorias sem existirem *standards*, são o ponto de partida (Imai, 1986). Ao fazer-se uma *standardization* dos processos, está a reduzir-se a sua variabilidade e consequentemente a melhorar o seu fluxo. Sem padronização, a

variabilidade e a complexidade do trabalho executado tende a aumentar, o que potencia a ocorrência de defeitos e retrabalho (Kim, Hayman, Billi, Lash, & Lawrence, 2007; Pinto, Matias, Pimentel, Azevedo, & Govindan, 2018b). Só faz sentido recorrer à *standardization* quando as tarefas executadas são constantemente repetidas, caso contrário não se justifica (Resta, Powell, Gaiardelli, & Dotti, 2015).

Pode definir-se *work standardization* como o melhor “saber fazer” para executar uma determinada tarefa (T. D. Martin & Bell, 2011). Após recolher a melhor maneira de executar as tarefas, criam-se as diretrizes que vão definir o *standard work*.

Com o objetivo de minimizar as atividades sem valor acrescentado, o *standard work* define a sequência de tarefas necessárias para realizar um determinado trabalho, através da sua combinação mais eficaz (Machado & Leitner, 2010; Pinto et al., 2018b).

O que muitas vezes se verifica no ambiente industrial, é que apesar da maioria dos operadores ter incutido um procedimento, não existe uma descrição explícita do processo ou qualquer tipo de documento de apoio com o procedimento padrão.

Quando aplicado da forma correta, são vários os benefícios alcançados através do *standardized work* (Dennis, 2015; Emiliani, 2008; Pinto et al., 2018b). De destacar, a criação de pontos de referência para a melhoria continua; a definição clara do início e do fim de um processo; o controlo do processo e maior estabilidade; a redução da variabilidade; a melhoria da qualidade e da flexibilidade; a resolução de problemas; a documentação do processo, preservação do conhecimento e experiência; a ajuda aos colaboradores na estruturação do seu trabalho e a simplificação do ensinamento a novos colaboradores (Pinto et al., 2018b).

3.6.3 Gestão visual

A difusão de informação dentro de uma organização é um processo fundamental, que deve ser feito da forma mais eficiente possível entre os vários níveis. Aquilo que se verifica é que nem sempre a partilha e troca de informação dentro da organização é um processo hábil.

A gestão visual trata-se de uma ferramenta para a visualização de informações (Eaidgah Torghabehi, Maki, Kurczewski, & Abdekhodaei, 2016). Tenta melhorar o desempenho de uma organização através da conexão e alinhamento da visão organizacional, dos valores, das metas e da cultura com os restantes sistemas de gestão, processos de trabalho, elementos do local de trabalho e partes interessadas. Utilizando para tal, o recurso a estímulos que despertam os sentidos humanos (Liff & Posey, 2007) (Eaidgah Torghabehi et al., 2016).

Segundo Eaidgah Torghabehi et al. (2016), a gestão visual pode ser utilizada de acordo com duas abordagens. A primeira, como uma ferramenta informativa, utilizada exclusivamente para visual informação. A segunda, como uma ferramenta de instrução, que além de mostrar informação, exibe requisitos, define instruções e orienta ações. As informações transmitidas podem adquirir diversas formas, desde placas, sinais, etiquetas, e até códigos de cores (Machado & Leitner, 2010).

Muitas vezes utilizam-se algumas ferramentas de apoio à gestão visual para auxiliar os operadores na execução de tarefas e para a verificação da existência de anomalias num processo. Existem dois tipos de ferramentas distintas (Eaidgah Torghabehi et al., 2016). Ferramentas de entendimento dos processos que são ferramentas vocacionais para uma melhor interpretação de processos, como por exemplo, *value stream mapping* e *A3* (Zidel, 2006). E ferramentas de desempenho dos processos, que são voltadas para o *feedback* do desempenho do processo, tais como, *andon lights* e *kanban* (Zidel, 2006).

A gestão visual é uma ferramenta simples, mas extremamente eficaz na regulação e distribuição de informação. Consegue-se, a um custo consideravelmente baixo, simplificar o fluxo e informação e disponibilizá-lo no local certo (Eaidgah Torghabehi et al., 2016).

Entre os principais benefícios da aplicação da gestão visual temos, a redução do tempo despendido para entender informação, as melhoras ao nível da perceção de anomalias e consequente aumento da velocidade de resolução dos problemas (Eaidgah Torghabehi et al., 2016).

Esta ferramenta fornece uma solução simples e eficaz para muitos problemas. O seu principal objetivo é facilitar a comunicação e realçar as anomalias. Possibilita a transmissão de informação de forma rápida e fácil a todas as pessoas.

3.6.4 Brainstorming

O termo *brainstorming*, de origem inglesa, é composto por duas palavras *brain* que significa cérebro e *storming* que quer dizer tempestade. Assim, em português acabamos por traduzir como “tempestade de ideias”.

Trata-se de uma técnica de grupo ou individual, que tem por objetivo encontrar soluções para um determinado problema, através da reunião de um conjunto de ideias geradas pelo contributo dos participantes (Besant, 2016), (Litcanu, Prostean, Oros, & Mnerie, 2015). Busca aumentar a criatividade em grupos perante um problema (Baruah & Paulus, 2008), daí ser uma ferramenta bastante utilizada pelas organizações no processo de geração de ideias criativas (Heslin, 2009).

O *brainstorming* acaba por ser tanto um método de estudo e aprendizagem como um método de investigação científica e criatividade (Litcanu et al., 2015).

Entre os seus benefícios temos o facto de ser uma ferramenta rápida e fácil para obter novas ideias e soluções, não implicar elevados custos para ser utilizada, poder ser aplicada a uma variedade de áreas, estimular a participação ativa, desenvolver a criatividade e ainda desenvolver a capacidade de trabalho em equipa (Litcanu et al., 2015).

Este capítulo revela-se de extrema importância para o estudo e execução do projeto prático, fornecendo assim, as bases teóricas necessárias para o desenrolar do mesmo.

4 Projeto prático

No presente capítulo é apresentado o projeto prático desenvolvido. Refere-se ao estudo do problema de componentes não conformes de nomenclatura através da aplicação de diferentes ferramentas e métodos - ferramentas da qualidade e ferramentas e métodos *lean*.

4.1 Contextualização

Para o desenvolvimento do estudo de caso, foram selecionadas as três UEP's do departamento de Montagem, M1, M2 e M3. A empresa propôs estudo de um problema relacionado com a qualidade da montagem, o qual foi testado através da aplicação de ferramentas e métodos que auxiliam a análise e resolução de problemas.

O problema analisado neste projeto foi a existência de não conformes de nomenclatura. Pretendeu-se efetuar um levantamento de características e fatos acerca do problema, para que pudessem ser analisadas as suas causas e desenvolvidas ações de melhoria.

Todos os processos de resolução de problemas e tomada de decisão foram informados e validados pelo responsável da Qualidade da Montagem.

4.2 Plano de desenvolvimento do projeto

O esquema da *Figura 4-1*, representa o processo de desenvolvimento do projeto de forma simples e estruturada.

A metodologia utilizada neste estudo passou primeiramente pela identificação do problema, partindo dos problemas de qualidade, e após uma breve análise foi selecionado um problema pertinente.

Em seguida, foram analisados os processos envolvidos. A finalidade desta análise prendeu-se com a necessidade de descobrir as principais características do problema, bem como, de toda a sua envolvimento.

O passo seguinte, foi a análise do fenómeno propriamente dito. Neste, pretendeu-se definir quais as causas fundamentais do problema e quais delas eram as mais prováveis. Após identificar as causas foi necessário elaborar um plano de ações. Assim, criou-se um plano de ações para o bloqueio das causas assinaladas.

As ações foram executadas, e por fim recolhidos e analisados os resultados da sua implementação.

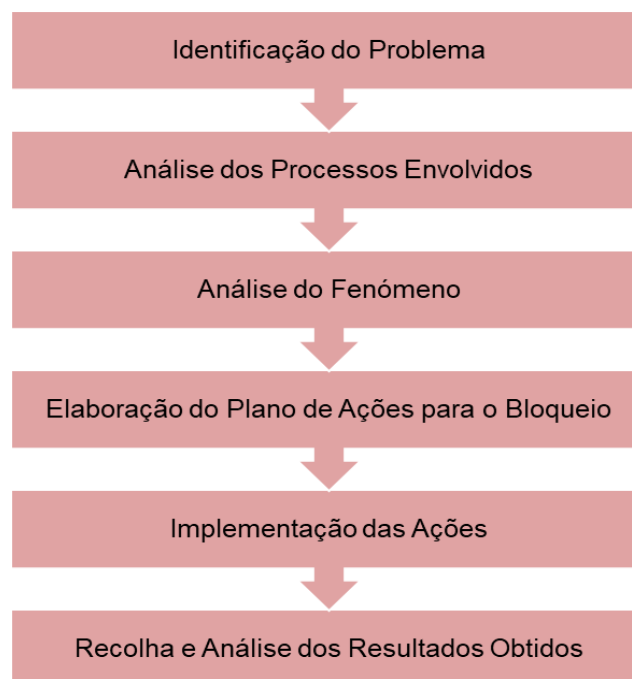


Figura 4-1 Esquema das etapas do plano de desenvolvimento do projeto.

4.3 Identificação do problema

Tal como mencionado anteriormente, face à recente mudança ao nível do modelo produzido, muitas foram as oportunidades de melhoria, que levaram à definição de prioridades de atuação, dado as necessidades da unidade no momento pós-arranque.

Em qualquer organização a garantia da qualidade dos processos é um ponto fundamental para alcançar o sucesso. As organizações não devem apenas focar-se na produção e escoamento do produto, devem também dar atenção à satisfação dos seus clientes.

Assim, e seguindo indicações internas, o ponto de partida foram os problemas relacionados com a qualidade da montagem. Mais concretamente, aqueles que estavam ligados a defeitos detetados pelos consumidores finais. Para tal, efetuou-se um levantamento dos dados relativos aos defeitos de qualidade a nível externo, para a nova geração de veículos - K9. A *Figura 4-2* mostra os resultados obtidos relativamente ao número de reclamações dos clientes externos, desde janeiro a outubro de 2018. Foram contemplados apenas os defeitos com origem no departamento de montagem.

O cliente apresenta um papel fundamental na gestão da qualidade para a organização, uma vez que, é ele quem faz a última verificação da qualidade do produto. Quando o cliente encontra um defeito e faz uma reclamação é lançado um alerta. O departamento de qualidade (QCP) receciona e analisa todas as reclamações feitas por

parte do cliente. Após receber uma reclamação é iniciado um processo de análise do defeito detetado, só depois de perceber a qual dos departamentos pertence é que se difunde a informação, criando-se um alerta interno.

Com recurso ao diagrama de pareto, foi possível realizar uma análise ao nível da natureza dos defeitos detetados pelos clientes, de forma a priorizar os temas e problemas mais impactantes e relevantes. Verifica-se, por interpretação da *Figura 4-3*, que a natureza dos defeitos mais detetado pelo cliente é a não conformidade de nomenclatura e por isso, deve ser priorizada.

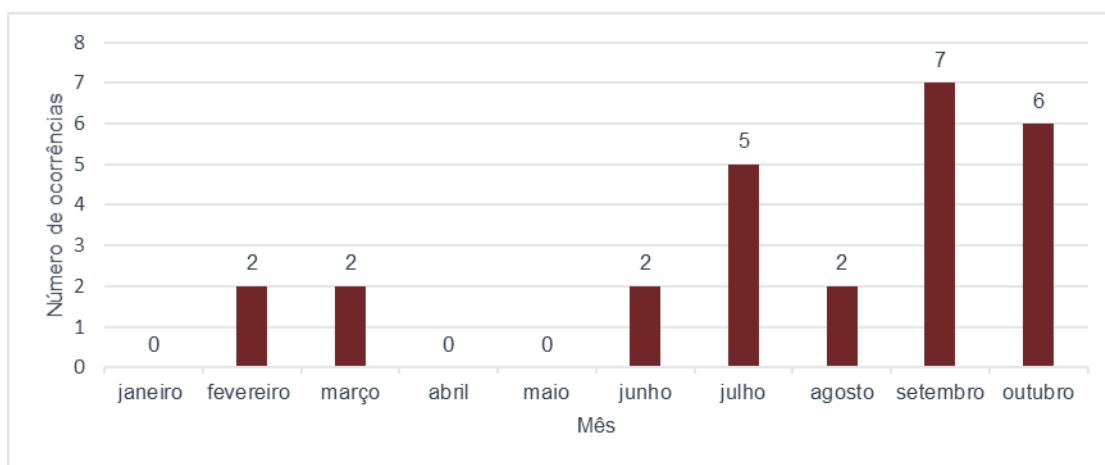


Figura 4-2 Número de não conformes de nomenclatura ao longo do ano 2018, detetados pelos clientes.

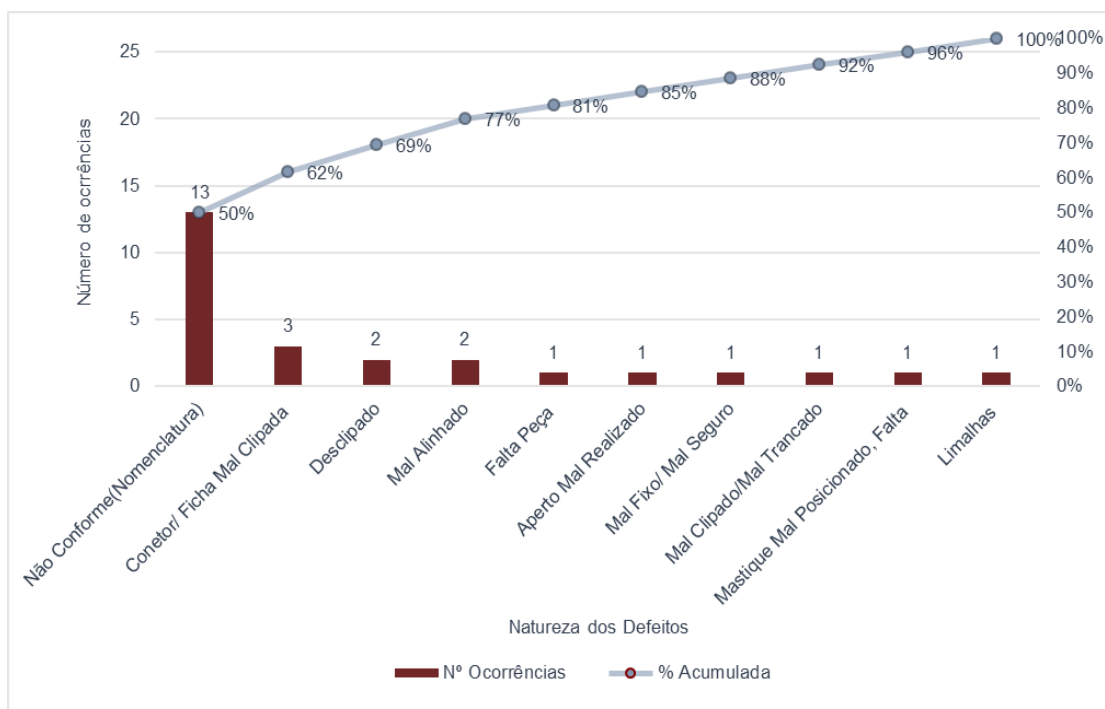


Figura 4-3 Diagrama de pareto para a análise da natureza dos defeitos detetados em cliente para o veículo K9 de janeiro a outubro de 2018.

Tabela 4-1 Descrição do problema que originou o projeto.

Descrição do Problema	
Qual é o problema?	Ocorrência de componentes não conformes nomenclatura.
Porque é um problema?	Por se tratar de uma situação que potencia a insatisfação do cliente e consequente reclamação.
Como é que o problema foi detetado?	Na análise dos defeitos em clientela, através do diagrama de pareto, no estudo dos problemas de qualidade do setor da montagem.
O que é que o cliente espera?	Qual o objetivo?
Veículo com a qualidade prometida.	Garantir que cada veículo possua os componentes corretos.

4.4 Análise dos processos envolvidos

Com o intuito de descobrir as características do problema, ou seja, levantar fatos e dados acerca do mesmo, houve a necessidade de observar os locais onde o problema ocorria. Analisou-se todo o percurso realizado pelos componentes, desde a sua chegada à unidade industrial, até ao momento em que eram adicionados ao veículo.

4.4.1 Seleção e descrição dos processos

Tendo em conta as indicações fornecidas pela empresa, com base nos acontecimentos passados, analisou-se o percurso realizados pelos componentes, desde o momento em que davam entrada na fábrica, até ao momento em que chegavam à linha de montagem. Assim, os processos analisados foram:

1. Processo de receção de componentes
2. Processo de distribuição de embalagens pelo armazém
3. Processo de reposição de componentes no bordo de linha *picking*
4. Processo de aprovisionamento de componentes
 - a. com sistema *pick-to-light*
 - b. com *picking-by-paper*
5. Processo de deslocação dos *kits* das zonas *picking* até à linha de montagem

1. Processo de receção de componentes

O primeiro processo a ser descrito é o processo de receção de componentes, pois é a partir deste que todos os outros se desencadeiam.

O processo de receção de componentes, retratado no fluxograma da *Figura 4-4*, inicia-se com a chegada do camião à unidade industrial. Após a sua chegada, deve ser verificado por um colaborador o guia de transporte, para poder ser indicado o cais para o qual se deve dirigir.

Após chegar ao cais de destino, o guia de transporte deve ser pistolado pelo colaborador logístico e só depois é que se procede à descarga das mercadorias na zona correspondente do armazém. O passo final resume-se a pistolar cada uma das paletes entregues, de forma a atualizar as quantidades de cada componente no sistema do armazém.

Para que a zona de receção, cais de descarga e zona de colocação de mercadorias descarregadas, estejam ordenadas e organizadas, tudo o que envolve a chegada dos camiões deve estar organizado, de maneira a facilitar a gestão quer do cais de descarga, quer dos próprios operadores do armazém.

As mercadorias são descarregadas recorrendo a veículos de movimentação de cargas, por exemplo, porta-paletes e empilhador, e são colocadas na zona de receção, onde é feita a conferência da mercadoria rececionada, tendo em conta a que estava planeada na encomenda.

Em suma, a atividade de receção inclui a descarga dos produtos, a atualização e o registo do inventário, de forma a verificar se existe alguma quantidade em falta ou inconsistência de qualidade.

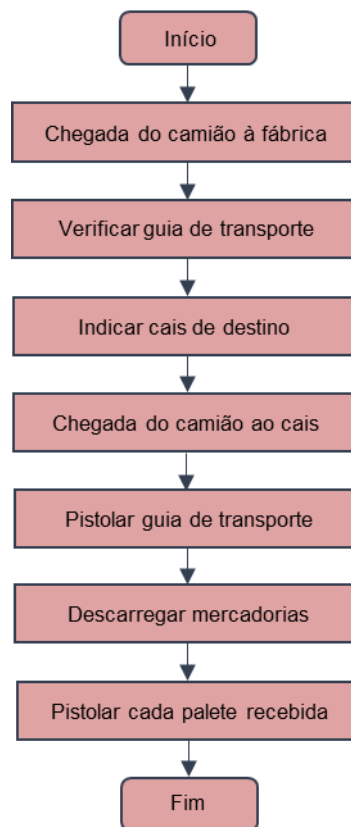


Figura 4-4 Fluxograma do processo de recepção de componentes

2. Processo de distribuição de embalagens pelo armazém

É importante apresentar o processo de distribuição dos componentes no armazém, para que todos os processos que o sucedem fiquem mais claros.

O armazenamento envolve a transferência de produtos da entrada para os locais de armazenamento e/ou destino. Neste caso específico, o processo é feito tendo por base a designação de cada uma das zonas de armazenamento. O armazém está dividido por zonas e a cada uma delas está atribuída uma determinada designação, que pode ser apenas uma letra ou um conjunto de letras. Esta atribuição foi feita de forma a facilitar todo o processo. Através da etiqueta que vem na embalagem, consegue saber-se a qual das zonas de armazenamento o material está associado, bem como, qual o ponto de consumo da zona *picking*.

Tal como foi referido no processo anterior, após serem descarregadas as embalagens, estas ficam na zona de descarga, até serem distribuídas. Assim, o processo

de distribuição dos componentes, representado no fluxograma da *Figura 4-5* , inicia-se com a verificação da necessidade de armazenar mercadorias no armazém. Caso existam mercadorias para serem armazenadas, o colaborador deve verificar na etiqueta da embalagem, qual o local do armazém onde estas devem ser colocadas, pegar nessa embalagem e levá-la para o respectivo ponto de destino.

Em suma, o processo de armazenamento resulta do processo de movimentação do material, a partir do cais, até um dispositivo de armazenamento, reposição ou área de *picking*.

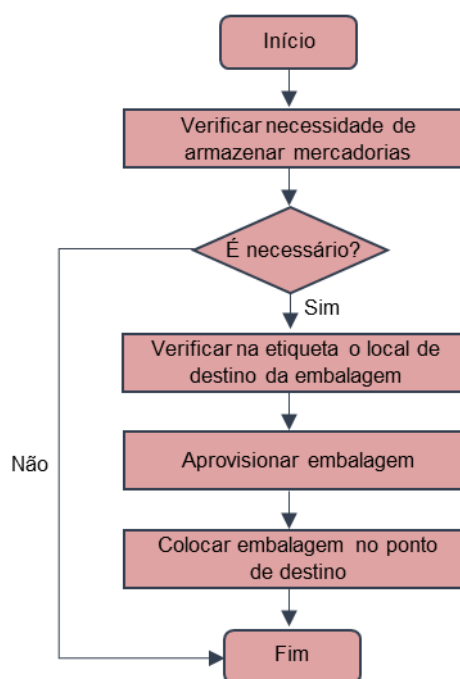


Figura 4-5 Fluxograma do processo de distribuição de embalagens pelo armazém

3. Processo de reposição de componentes no bordo de linha *picking*

O processo de reposição de peças no bordo de linha (BdL), traduz-se em várias fases. Primeiramente, quando o operador realiza a sua ronda pela zona de *picking* à qual está afeto, deve verificar se há a necessidade ou não de repor alguma embalagem. Caso não seja necessário, o processo dá-se por encerrado, caso contrário, o operador deve registar quais as referências que precisam ser repostas e deve localizá-las no armazém.

O armazém está organizado por zonas, sendo que a cada uma delas está associada uma ou mais letras, e é através interpolação entre a informação existente nas etiquetas das embalagens e da atribuição feita às zonas de armazenamento, que os operadores conseguem localizar as embalagens que pretendem repor.

As zonas de *picking* são compostas por diversas estantes, com uma estrutura específica. De um modo geral, pode dizer-se que possuem duas partes distintas, a parte superior e a inferior. A parte superior é utilizada para armazenar embalagens, já a parte inferior é aquela onde estão as embalagens utilizadas pelos operadores para aprovisionarem os componentes.

Depois de saber o local onde se encontram as embalagens, o operador dirige-se para o mesmo e verifica se há ou não *stock* suficiente. Caso o *stock* seja nulo ou insuficiente, a única opção que resta é aguardar a chegada do material. Quando este der entrada no armazém, deve ser reposto da zona de “consumo” correspondente. No caso de existir *stock* suficiente, o operador deve aprovisionar as embalagens e levá-las até ao ponto em falta. Após a entrega das embalagens dá-se por terminado o processo.

O fluxograma da *Figura 4-6*, representa um processo geral de reposição de peças no BDL *picking*, onde se deu enfoque às atividades principais do processo, não se detalhando todas as componentes possíveis associadas.

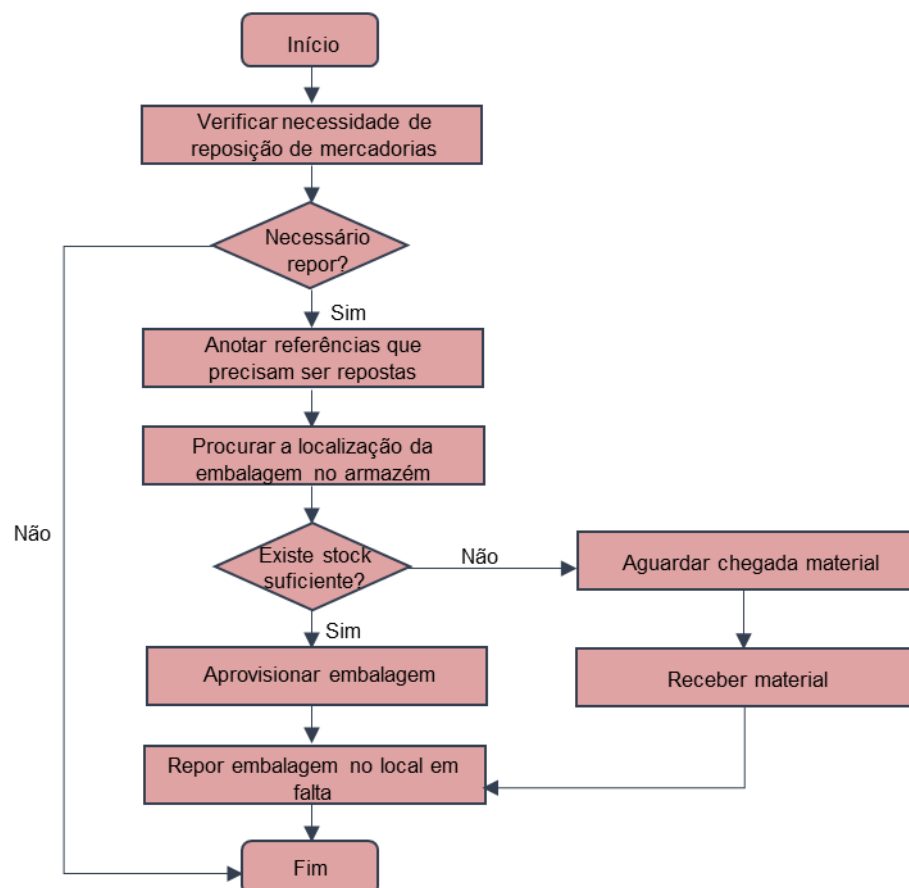


Figura 4-6 Fluxograma do processo de reposição de componentes no bordo de linha picking.

4. Processo de aprovisionamento de componentes

A atividade de *picking* é uma das principais atividades realizadas no armazém, correspondendo ao aprovisionamento de produtos, em resposta a uma ou várias encomendas. Envolve o processo de obtenção dos produtos certos, numa quantidade adequada para um conjunto de pedidos (Ho & Lin, 2017). Aquilo que se pretende das operações de *picking* é que sejam eficazes e eficientes. A operação em si deve ser rápida, de forma a demorar o menor tempo possível na entrega do pedido e sem erros, deve garantir a qualidade da entrega.

Esta atividade pode ser feita de várias formas, desde as mais simples, sem recursos a qualquer sistema de apoio ou em completa oposição, recorrendo aos mais sofisticados sistemas de apoio existentes.

Neste caso em concreto, a atividade de *picking* é realizada de duas formas bem distintas, utilizando o sistema *pick-to-light* ou o *picking-by-paper*.

O sistema *pick-to-light* trata-se de uma ferramenta que auxilia na separação e preparação de pedidos. Utiliza um mostrador, que ao longo do processo vai dando indicações ao operador, ao mesmo tempo que indica qual o componente a aprovisionar, através de um sinal luminoso, mostra também, informação relativamente à quantidade que deve ser aprovisionada. Ou seja, esta ferramenta indica ao operador, qual a posição onde deve retirar o componente e em que quantidade deve fazê-lo.

No *picking-by-paper* o operador tem apenas um papel, que indica todas as informações de que necessita para realizar o processo de aprovisionamento. Aparece, associado a cada pedido, toda a informação relativa aos componentes que têm de ser aprovisionados. É dada a informação acerca das referências a aprovisionar bem como das quantidades a retirar. Nesta metodologia não é passada nenhuma informação ao operador relativamente à localização dos componentes, nem à ordem pela qual devem ser recolhidos. Acaba por ter total controlo sobre os movimentos que realiza, para recolher cada item. Através deste processo, acaba por perder mais tempo na execução, na viagem e na procura.

As zonas de *picking* são agrupadas em duas categorias, a *Tabela 4-2*. resume a divisão feita.

Tabela 4-2 Tabela resumo das zonas de picking com e sem sistema pick-to-light.

<i>Pick-to-light</i>	<i>Picking-by-paper</i>
<i>Picking PQB</i>	Preparação Pedaleiras
<i>Picking MVM 2 DIR</i>	Preparação Tejadilho
<i>Picking MVM 2 ESQ</i>	Preparação do Quadro de Bordo

<i>Picking</i> MVM 1	Preparação do Lote Bord
<i>Picking</i> MVA	Preparação do Cloison
<i>Picking</i> HC DIR	Preparação do GMV
<i>Picking</i> HC ESQ	<i>Picking</i> Motores e Caixas de Velocidades
<i>Picking</i> HC BR	Preparação VCA
<i>Picking</i> PAV	
<i>Picking</i> PLC	
<i>Picking</i> MOT	

a) Com *pick-to-light*

O fluxograma da *Figura 4-7*, retrata todas as atividades que envolvem o processo de *picking* com sistema *pick-to-light*. Primeiramente, para o operador conseguir iniciar as suas tarefas é preciso que o sistema informático receba e dê ordem à impressora para imprimir as FAV's dos veículos que estão destinados a ser produzidos naquele momento. Só assim é que o operador consegue iniciar o aprovisionamento.

Após recolher, pela ordem certa a FAV, o operador realiza a sua leitura, consoante a zona de *picking* onde se encontra, o sistema utilizado para o fazer pode variar. Existem zonas em que para realizar a leitura é utilizado um leitor ótico e outras um sistema *raspberry*. Por diversas causas, algumas vezes, a leitura não acontece logo à primeira, nesse caso o operador, tem de que ler novamente a FAV. Ao ser lida a FAV o sistema PTL, normalmente, é logo ativado. Contudo, o operador deve verificar sempre a sua ativação, e caso tal não aconteça, deverá pedir ajuda. Após resolver o problema, deverá desindexar os *kit's* chegados da linha de montagem. Posteriormente, de acordo com as regras de segurança estabelecidas, o operador deve pegar em apenas um kit e dar início à fase de aprovisionamento dos componentes.

Para poder aprovisionar um determinado componente a luz correspondente tem de estar acesa, aí sim retira-se o componente da embalagem. Quando a luz de um componente acende, num mostrador/ecrã ao lado, aparece a quantidade de peças a retirar. De seguida, a luz associada deve ser desligada e o componente colocado no *kit*.

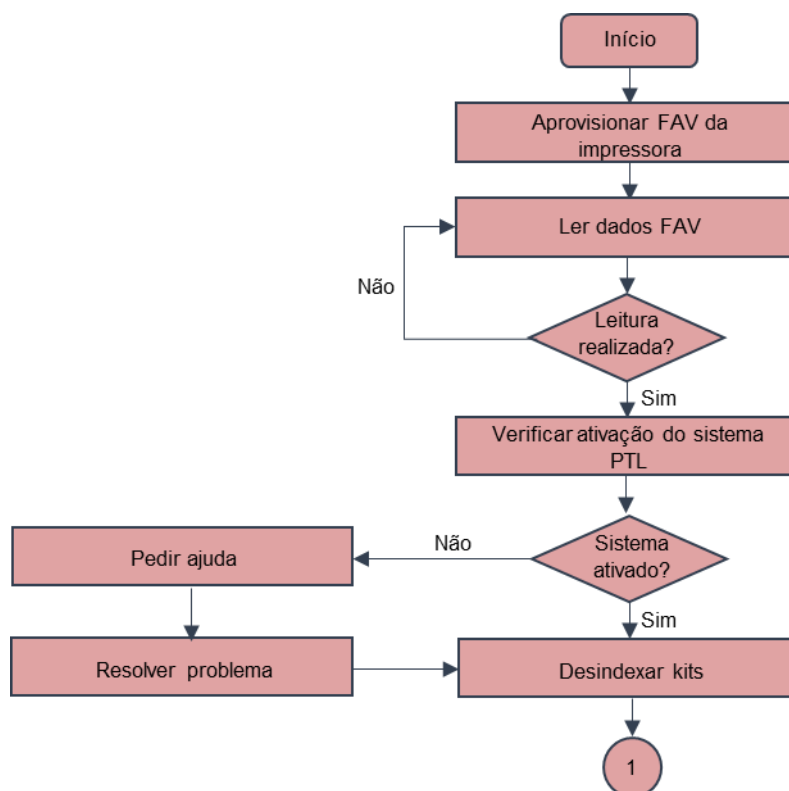
Tanto para o caso de a luz de um determinado componente não estar acesa, como depois de colocar uma peça aprovisionada no *kit*, deve sempre, verificar-se se se está ou não no final de um troço. Assim, se o operador não estiver no final de um troço, aquilo que deverá fazer é voltar a aprovisionar os restantes componentes, já no caso de estar no final, o operador apenas terá de realizar a validação do troço onde se encontra. Se houver mais troços, volta a iniciar o processo de aprovisionamento, se não houver, o

operador deve levar o *kit* para a zona de saída, para linha de montagem, e verificar se já existem *kit's* feitos suficientes para enviar para a linha.

De zona para zona o número de *kit's* que sai da zona de *picking* para a linha de montagem varia, as principais razões para tal situação são o tamanho dos *kits*, o número de AGV's de cada umas das zonas, e ao circuito que tem de ser percorrido desde a zona de *picking* até à linha de montagem.

Se o número de *kit's* ainda não corresponder ao número da zona em questão, o operador deve continuar a “fazer” *kits* até ter número certo. Assim que seja atingido o número pretendido, os kits devem ser indexados entre si e no AGV, e enviados para a linha, através da ativação do AGV.

Como supracitado, o fluxograma, *Figura 4-7*, representa um processo geral de aprovisionamento de componentes com o auxílio do sistema PTL, onde se deu enfoque às atividades principais do processo, não se destacando todas as componentes possíveis associadas.



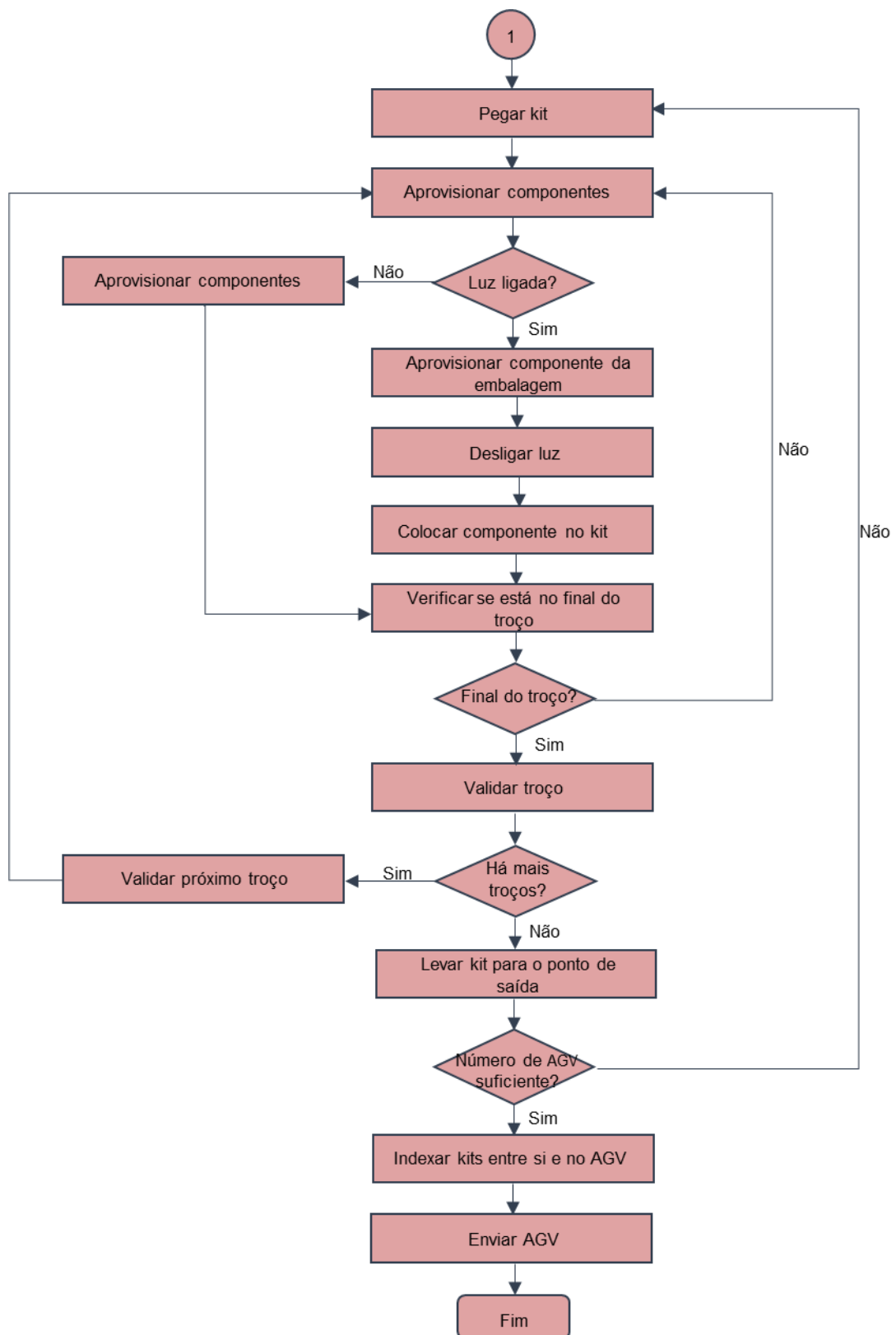


Figura 4-7 Fluxograma do processo de aprovisionamento de componentes com sistema pick-to-light.

b) Com *picking-by-paper*

O processo de *picking-by-paper* traduz-se em várias fases, tal como se pode ver pelo fluxograma da Figura 4-8. Primeiramente, para o operador conseguir iniciar as suas tarefas, é preciso que o sistema informático receba e dê ordem à impressora para imprimir as FAV's dos veículos que estão destinados a ser produzidos naquele momento. Só assim é que o operador consegue iniciar o aprovisionamento.

Após retirar, pela ordem certa, a FAV, o operador realiza a sua leitura visual e verifica qual o primeiro componente a aprovisionar. O passo seguinte, consiste em procurar nas estantes a referência do componente que pretende. Depois de aprovisionar o componente, este deve ser colocado no *charriot*.

Caso existam mais componentes a aprovisionar, o processo de leitura da referência na FAV, da procura na estante pelo componente e o aprovisionamento repetem-se, caso não haja mais nenhum componente a aprovisionar, o processo dá-se por terminado.

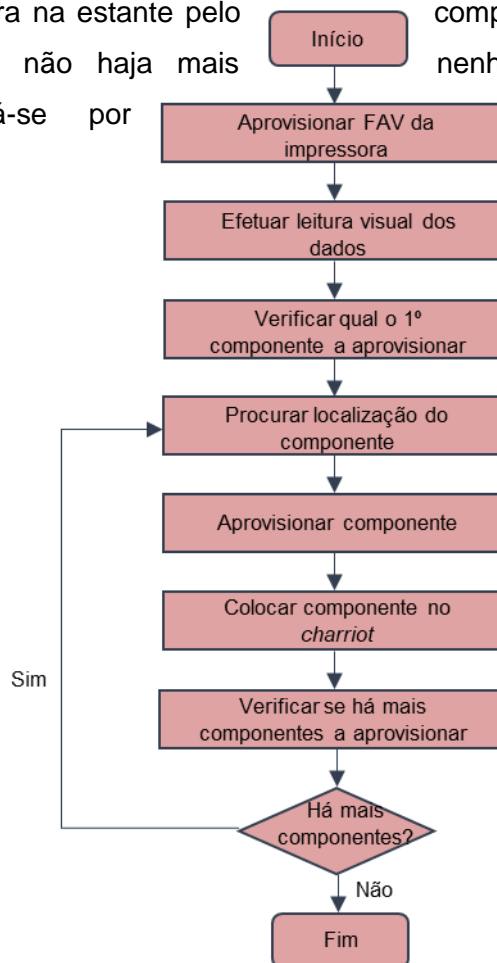


Figura 4-8 Fluxograma do processo de aprovisionamento de componentes através de picking-by-paper.

5. Processo de deslocação dos kits

O processo de deslocação dos *kits* do armazém para a linha de montagem só se inicia após estarem reunidos todos os *kits* necessários. Tal como já foi referido, cada uma das zonas de *picking* tem um determinado número de *kits*, que devem sair da zona de *picking* para a linha de montagem e vice-versa, de forma a conseguir garantir a cadência necessária e melhorar a produtividade dos operadores.

A cada uma das zonas está associada uma determinada rota, que representa o circuito a percorrer pelo AGV. Neste caso, em concreto, as trajetórias são definidas por uma fita magnética colada no chão, com condutores elétricos embutidos, que criam um campo magnético, que por sua vez é detetado por uma antena inserida no AGV.

Após ser dada a ordem de saída, o AGV percorre o circuito que lhe está associado.

4.4.2 Priorização dos processos

Como já foi supracitado, os processos analisados foram os indicados pela empresa. Para recolher as informações necessárias acerca de cada um deles foi preciso passar várias horas no chão de fábrica, de modo a perceber como funcionavam na realidade. A colaboração dos operadores foi fundamental, tal como a leitura de vários documentos internos.

Após a fase de recolha de informação para a descrição dos processos e o seu entendimento, constatou-se que de entre os processos analisados era necessário definir quais deles eram realmente prioritários.

Assim, a *Tabela 4-3* resume a comparação entre os processos descritos, criando uma referência de critérios de análise, com os níveis de relevância altos, médios ou baixos para a priorização dos processos.

A justificação da escolha dos critérios de análise como mais relevantes está relacionada diretamente com o problema em estudo e com os objetivos definidos.

Deste modo, podem separar-se os critérios com maior nível de relevância comum para a análise do problema de componentes não conformes nomenclatura, bem como, quais os processos mais impactados.

Entre os critérios destacam-se: o impacto em caso de erros na execução das tarefas e a frequência da ocorrência de não conformes de nomenclatura. E entre os processos, o de aprovisionamento de componentes e o de reposição de componentes no bordo de linha *picking*.

Tabela 4-3 Tabela resumo da comparação entre processos.

Critérios de relevância	Processo				
	1	2	3	4	5
Nível de não conformes de nomenclatura detetados	baixo	baixo	baixo	alto	baixo
Frequência da ocorrência de não conformes de nomenclatura	baixo	médio	alta	alta	baixo
Probabilidade de falha tendo em conta o n.º tarefas	baixo	médio	médio	alta	baixa
Impacto em caso de erros na execução das tarefas	médio	alto	alto	alto	alto
Probabilidade de falha tendo em conta o n.º de pessoas envolvidas	baixo	baixo	baixo	médio	baixo

4.5 Análise do fenómeno

Após terem sido recolhidos vários dados acerca do método de funcionamento dos processos selecionados, em que a maior parte do tempo da análise foi gasto analisando os eventos e juntando os dados, passou-se para a fase de análise do fenómeno em si – ocorrência de componentes não conformes de nomenclatura. Neste ponto, pretendeu-se organizar e analisar as informações recolhidas durante o período de investigação, por forma a identificar falhas e deficiências tanto nos processos como na sua envolvência.

Esta análise teve como propósito a identificação das causas raiz da ocorrência de componentes não conformes de nomenclatura e a elaboração de um plano de ações para a eliminação dessas falhas. De maneira a que as ações identificadas para a correção das falhas sejam efetivas e o problema possa ser eliminado. Para que os custos e os impactos desta não conformidade seja reduzidos.

4.5.1 Definição das causas fundamentais

Depois de ser feito o levantamento dos processos e de toda a envolvência do problema, através da observação direta no terreno e da utilização da técnica de *brainstorming* junto dos operadores e técnicos, procurou-se realizar o levantamento das causas que estão na origem do problema em estudo.

De forma a perceber e estruturar essas causas, foram desenvolvidos cinco diagramas em árvore. A origem destes está relacionada com o modo que se selecionou para analisar as causas, após analisar o processo no chão de fábrica ao longo de várias semanas. Percebeu-se que as falhas surgiam de erros humanos, de falhas associadas a máquinas/equipamentos, imperfeições do método definido, defeitos do material e, por fim, a problemas do meio envolvente. Recorreu-se assim, às categorias definidas para estruturar as causas por categorias, auxiliando assim, tanto na realização dos diagramas como na sua análise. A identificação das causas raiz ajudou a determinar as razões pelas quais o problema acontecia. Assim, pode haver um foco, nos problemas/causas que cercam a ocorrência.

Os diagramas em árvore apresentados em seguida, permitiram a visualização gráfica de diferentes níveis de detalhe do problema de peças não conformes de nomenclatura. Deixando perceber quais as ações que deviam ser desenvolvidas para solucionar ou pelo menos melhorar o problema.

Cada um dos diagramas se inicia com a enumeração do problema: ocorrência de componentes não conformes de nomenclatura. A partir do problema, desenvolveu-se uma árvore lógica, que mostra as causas associadas ao problema em tratamento. Tal como referido, tudo se iniciou com a definição do problema, que se trata de uma situação anormal do sistema.

Os diagramas foram criados com o objetivo de se encontrarem medidas para conseguir alcançar o objetivo principal. Para a sua criação foi necessário o conhecimento da estrutura do sistema e do funcionamento. Tornou-se essencial fazer um diagnóstico do objeto de estudo, e para tal foram precisos relatos de falhas ocorridas. Acabou por ser utilizado todo o conhecimento adquirido sobre o sistema.

O primeiro diagrama a ser criado foi o das falhas humanas, que se encontra representado na *Figura 4-9*. Este diagrama apresenta para o problema em estudo as causas que têm origem em fatores humanos. Partindo-se do problema, foi-se sucessivamente questionando “Porque é que isto aconteceu?” até se chegar a um ponto em que já não fazia sentido continuar o desdobramento. Para tal, de cada vez que se criava um passo, questionava-se: “É necessário e suficiente?”, caso a resposta fosse afirmativa encerrava-se por o desdobramento, caso contrário, continuava-se o processo até chegar ao nível de detalhe pretendido.

Neste caso em particular no total foram criados quatro níveis de detalhe. Percebeu-se que todas as falhas humanas que potenciavam a ocorrência do problema estavam relacionadas com o incumprimento do *standard* de posto.

O diagrama relativo às falhas das máquinas/equipamentos, *Figura 4-10*, seguiu tal como todos os outros, o mesmo princípio que o diagrama das falhas humanas. Isto é, o processo de questionamento até chegar ao ponto esperado. Também este diagrama apresenta quatro níveis de detalhe que permitiram perceber que as principais causas que potenciam o problema estão relacionadas com o sistema de apoio utilizado na fase de aprovisionamento, sistema *pick-to-light*, e com a impressora.

Em terceiro, tal como mostra a *Figura 4-11* temos o diagrama correspondente às falhas do material. Este apresenta três níveis de detalhe e as suas principais falhas são relacionadas com embalagens de fornecedor com peças trocadas; embalagens que têm uma referência associada diferente das dos componentes que estão no seu interior possuem; embalagens que trazem mais do que uma referência; componentes com nomenclaturas muito idênticas o que leva ao aumento da probabilidade de troca e por fim, FAV's com informação incorreta.

O diagrama em árvore referente à análise feita ao nível das falhas do método representado na *Figura 4-12*, foi dividido em 4 níveis. As principais causas relacionavam-se com a falta da existência de um *standard* de funcionamento, tanto para a reposição de peças na linha de montagem, quando por algum motivo não estavam disponíveis no momento em que se estava a preparar o respetivo *kit* na zona de *picking*, como para a situação em que vinham para trás componentes nos *kit's* componentes regressados da linha de montagem, neste caso foi necessário garantir a correta reposição dos componentes às embalagens. A hipótese da ocorrência de trocas de FAV's, nesta situação aumentava a probabilidade de montar componentes errados. Por fim, o facto de os *standards* de posto não serem robustos, condicionava o desempenho dos operadores, uma vez que não reuniam as condições necessárias para um bom desempenho.

Por fim, o diagrama das falhas do meio, *Figura 4-13*, apresenta as falhas encontradas ao longo do procedimento de análise dos processos. Percebeu-se que a principal causa é a falta de componentes por parte da logística, a reposição não é feita atempadamente quando faltam peças no bordo de linha *picking*. Além disso, há questão referente à proximidade entre referências de componentes da mesma família, a probabilidade de troca aumenta.

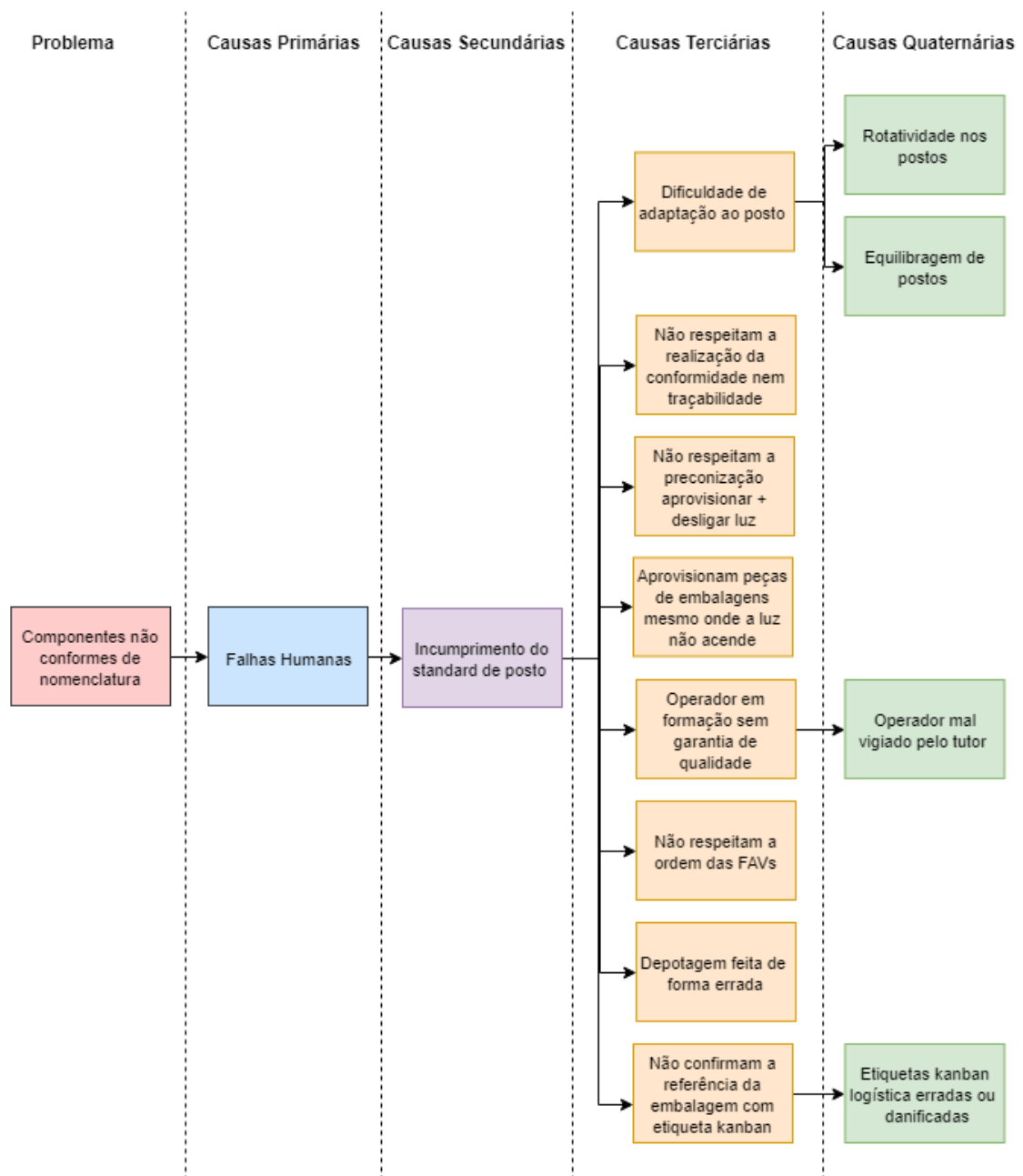


Figura 4-9 Diagrama em árvore relativo às falhas humanas.

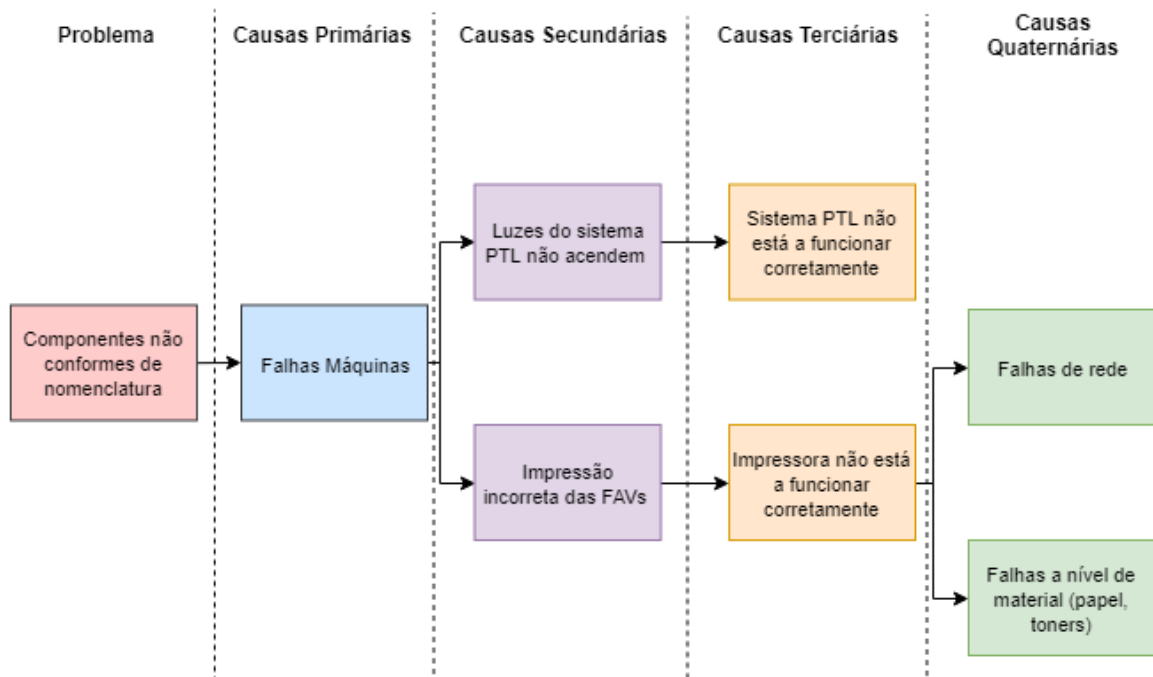


Figura 4-10 Diagrama em árvore relativo a falhas nas máquinas.

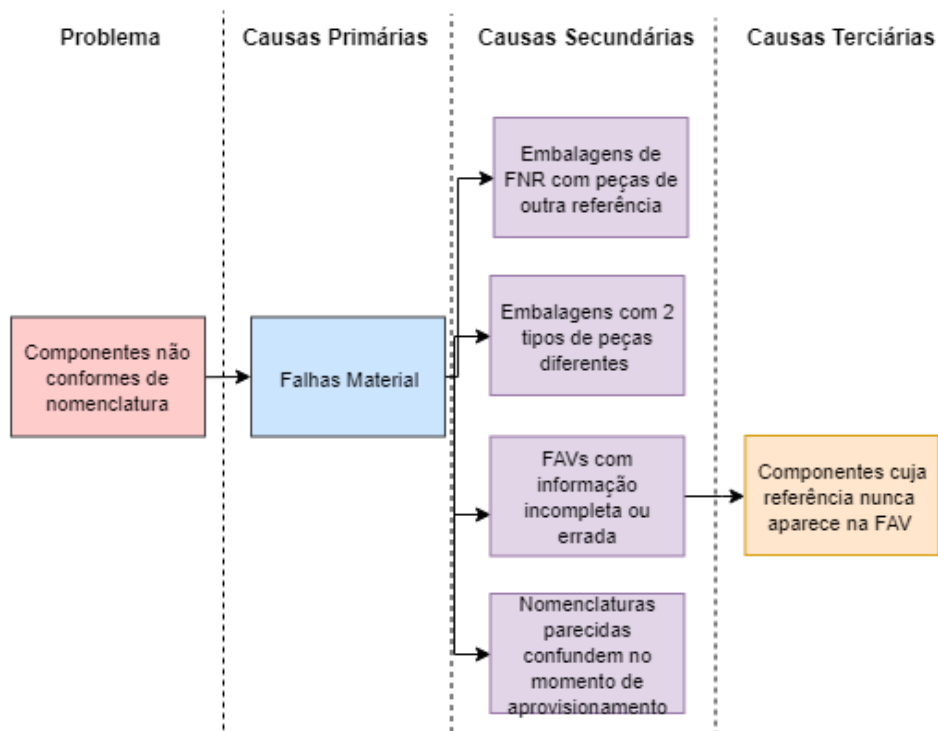


Figura 4-11 Diagrama em árvore relativo às falhas do material.

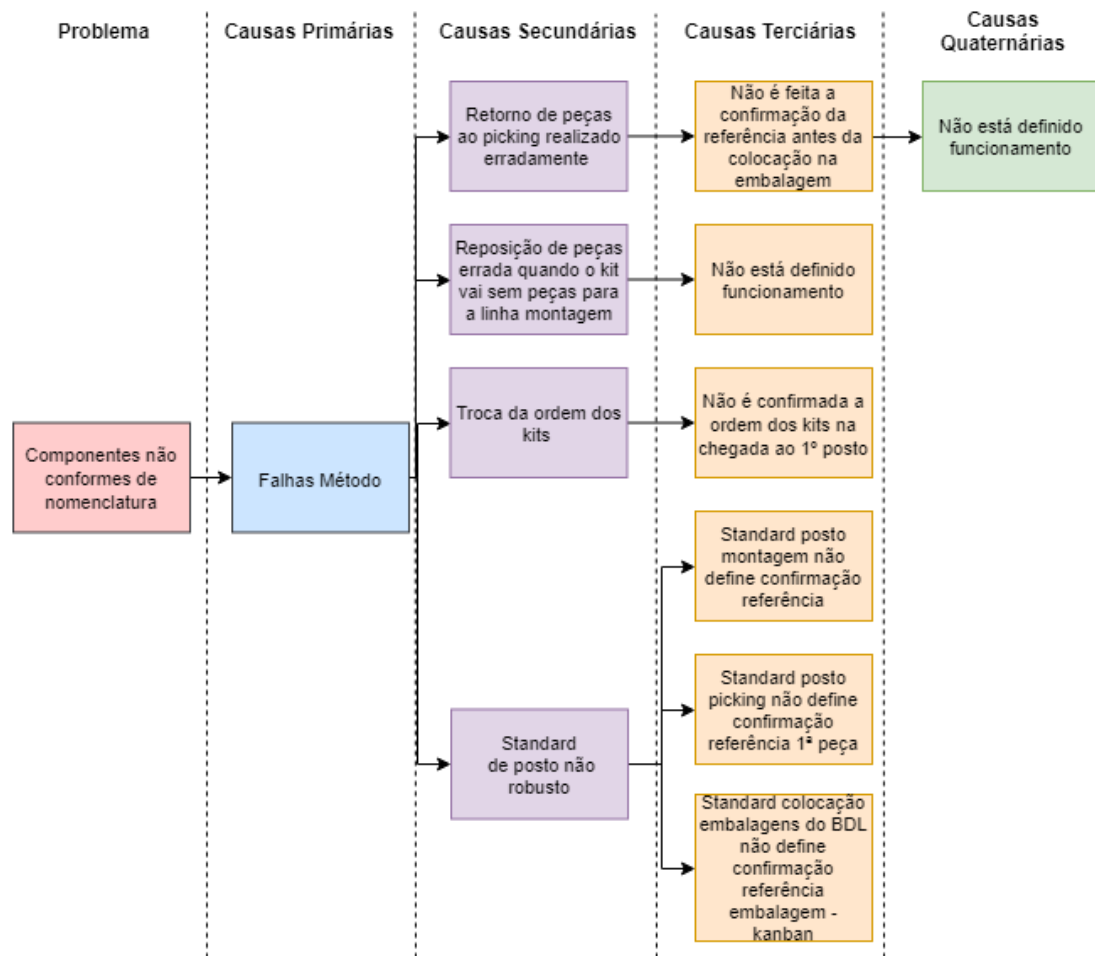


Figura 4-12 Diagrama em árvore relativo às falhas do método.

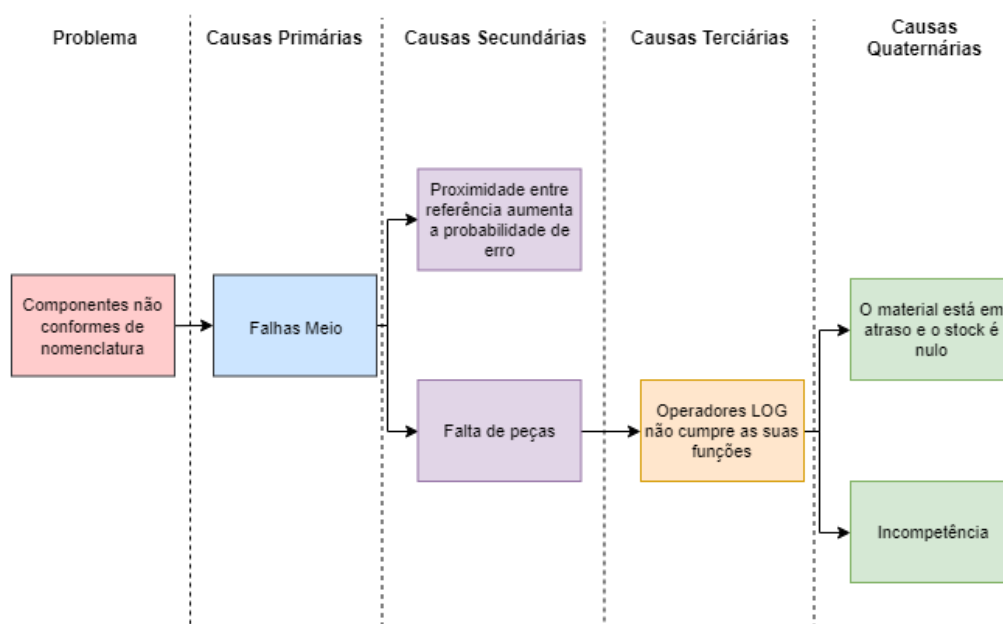


Figura 4-13 Diagrama em árvore relativo às falhas do meio.

4.5.2 Seleção das causas mais prováveis

Após descobrir o problema e analisar as suas causas, passou-se para a priorização das causas primárias. Para tal, todas as causas encontradas foram listadas e analisadas de acordo com a sua gravidade, urgência e tendência. Foram atribuídos números de 1 a 5, sendo 1 menor intensidade e 5 maior intensidade. Através da multiplicação dos fatores foi obtido um valor para cada uma das causas, que permitiu a sua priorização.

De acordo com a análise feita à matriz GUT da *Tabela 4-4*, percebeu-se que os dois problemas/causas a priorizar são as falhas humanas e as falhas relacionadas com o método. Estas falhas relacionam-se entre si, uma vez que, todas as falhas humanas estão ligadas ao incumprimento do *standard* de posto.

Em relação ao segundo elemento identificado, as ocorrências de falhas nas máquinas devem-se ao facto de as luzes associados ao sistema PTL não estarem a funcionar corretamente e também a problemas de impressão, quer devido a falhas de rede quer à falta de consumíveis para as impressoras.

Já para o terceiro problema identificado, as falhas relacionadas com o material, devem-se essencialmente a embalagens que vêm de fornecedor com peças erradas; embalagens que possuem dois tipos de componentes, o que faz com que aumente o risco de troca entre eles; as FAV's terem informação incompleta ou até mesmo errada, fazendo com que sejam aprovisionados os componentes errados e, ainda, o facto de

existirem componentes com nomenclaturas parecidas que leva, também, ao aumento da probabilidade de troca.

Já no que toca às falhas que envolvem o meio os problemas são outros. Caracterizam-se pela proximidade entre referências da mesma família de componentes, o que aumenta a probabilidade de troca. E ainda, a falta de peças pela logística, que está relacionado quer com incompetência dos operadores quer com a nível de stock existente do componente.

Tabela 4-4 Matriz GUT para primeira análise do problema.

Problemas encontrados	G (Gravidade)	U (Utilidade)	T (Tendência)	GxUxT	Nível de priorização
Falhas humanas	5	5	4	100	1º
Falhas das máquinas	5	4	1	20	2º
Falhas de material	3	3	1	9	3º
Falhas do método	5	5	4	100	1º
Falhas do meio	3	3	1	9	3º

4.5.3 Análise das causas mais prováveis

De forma a perceber e recolher mais e novos dados acerca das causas priorizadas, causas relacionadas com falhas dos próprios operadores e falhas relativas com o meio envolvente. Recorreu-se a uma das ferramentas da qualidade, a folha de verificação. Trata-se de uma ferramenta simples, mas com grandes resultados.

Para poder solucionar o problema e consequentemente melhorar a qualidade, foi necessário ter uma base sólida de dados confiáveis. Para ter sucesso no processo de recolha de dados, de forma a padronizar e organizar a recolha dos mesmos, criou-se uma folha de verificação, disponível no campo *Anexos – Anexo 1*.

A folha de verificação é constituída por um cabeçalho, onde é enunciado o problema, onde existe um campo de preenchimento da data, da seção à qual se fez a verificação, o turno associado e, por último, o responsável pelo preenchimento da folha. A primeira coluna, componente, destina-se à colocação da referência ou nome do componente ao qual se está a associar uma determinada causa. As colunas seguintes, numeradas de 1 a 15, correspondem às diferentes causas encontradas para o problema de não conformes de nomenclatura, relativas as falhas priorizadas. Optou-se por criar uma lista e numerar as causas de forma a facilitar a criação da folha. A última coluna, Subtotal, tal como o

nome indica serve para somar para cada um dos componentes listados o número de causas detetadas para o problema em estudo. No final da folha, temos o campo TOTAL, que representa a soma total de causas encontradas para aquela zona *picking* naquela data em concreto para os componentes listados.

Após algum tempo de recolha de dados, foi possível perceber quais as causas mais prováveis e por isso as que requeriam mais atenção. Pela *Tabela 4-5*, as causas selecionadas foram:

(3) Não respeita a realização da conformidade.

(10) Retorno de peças ao *kanban* não é realizado corretamente (não confirmam referência antes de recolocar componente na embalagem).

(11) Reposição de peças na linha de montagem feita de forma errada.

(14) O *standard* de posto não é robusto, o *standard* posto *picking* não define a confirmação da referência da 1.^a peça que é retirada de cada embalagem.

(15) O *standard* de posto não é robusto, o *standard* de colocação de embalagens no BDL não define a confirmação da referência das embalagens com o *kanban*.

Perante os factos, foram pensadas para as causas destacadas ações corretivas.

Tabela 4-5 Resultados obtidos através da aplicação da folha de verificação.

Causas	% de ocorrência
1 - Dificuldade de adaptação ao posto devido à alta rotatividade no posto.	2%
2 - Dificuldade de adaptação ao posto devido a equilibragens no posto.	1%
3 - Não respeita a realização da conformidade.	12%
4 - Não respeita a preconização aprovisionar + desligar luz.	4%
5 - Aprovisiona peças de embalagens mesmo onde a luz não acende.	6%
6 - Operador em formação sem garantia de qualidade, operador mal vigiado pelo tutor.	7%
7 - Não respeita a ordem das FAV's.	0%
8 - Depotagem feita de forma errada.	4%
9 - Não conforme a referência da embalagem com a etiqueta do <i>kanban</i> . Etiquetas dos <i>kanbans</i> erradas ou danificadas.	2%
10 - Retorno de peças ao <i>kanban</i> não é realizado corretamente (não confirmam referência antes de recolocar componente na embalagem).	13%
11 - Reposição de peças na linha de montagem feita de forma errada.	9%
12 - Troca de ordem dos kits.	0%
13 - O <i>standard</i> de posto não é robusto o <i>standard</i> posto montagem não define a confirmação da referência da peça.	7%
14 - O <i>standard</i> de posto não é robusto, o <i>standard</i> posto <i>picking</i> não define a confirmação da referência da 1. ^a peça que é retirada de cada embalagem.	17%
15 - O <i>standard</i> de posto não é robusto, o <i>standard</i> de colocação de embalagens no BDL não define a confirmação da referência das embalagens com o <i>kanban</i> .	16%

4.6 Plano de ações para o bloqueio

A aplicação da matriz GUT, para identificar quais as causas a priorizar, seguida da aplicação das folhas de verificação, para perceber de entre as causas encontradas quais as que tinham maior presença, permitiu orientar a criação de ações para a resolução do problema em estudo. Assim, tendo em conta as causas priorizadas, desenvolveu-se um conjunto de ações que visavam reduzir ou até eliminar a ocorrência de não conformes de nomenclatura. Aplicaram-se várias ferramentas e métodos de forma integrada a fim de garantir o cumprimento dos objetivos estabelecidos.

4.6.1 Cenário inicial

A unidade fabril encontrava-se num estado desordenado, o que causava uma grande instabilidade nos processos. O facto de estarem a ser produzidos em coabitação dois modelos de veículos causava um grande impacto em toda a unidade. O ambiente vivido era caótico. As razões que impulsionavam este estado encontram-se descritas em seguida:

- Não existiam *standards* de posto para as zonas *picking* do novo veículo K9.
- Não existiam preconizações de aprovisionamento definidas face a questões de qualidade. Por exemplo, relativamente à colocação de peças de aspeto nos *kits*.
- Não existia local definido para a colocação da FAV nos *kits*.
- Não existia a indicação para iniciar o aprovisionamento apenas quando os kits estivessem completamente vazios.
- Não existia qualquer tipo de indicação relativamente ao modo operativo para garantir que os componentes em falta aquando do aprovisionamento de um pedido eram repostos da na linha de montagem corretamente.
- Não existia definido qualquer modo operativo que garantisse que todas as peças que retornam da linha voltam às suas embalagens.
- Não existia nada que indicasse aos operadores que deveriam realizar o controlo da referência da 1.^a peça que retiram de uma embalagem/contentor.

4.6.2 Medidas propostas

Após a análise das causas mais presentes, chegou-se a um conjunto de ações, em que a sua priorização foi feita tendo em consideração as dificuldades e facilidade de implementação. Procuraram-se ações simples, sem necessidade de muitos recursos e fáceis de implementar. Assim as ações propostas foram:

1. Criação dos *standards* de posto das zonas *picking*.
2. Implementação de um símbolo gráfico de controlo de referência de 1.^a peça e criação de uma lista de seguimento.
3. Implementação da conformidade dos componentes e seu seguimento.
4. Implementação da rotina de *tours de terrains* nas zonas *picking*.
5. Definição do método de funcionamento para o retorno de peças às embalagens.
6. Definição do método de funcionamento da reposição de peças em falta na linha de montagem.

1. Criação dos *standards* de posto das zonas *picking*

Toda e qualquer empresa, seja qual for o seu tamanho, deve procurar padronizar as suas atividades, de forma a minimizar os riscos de erros ou falhas. Muitas vezes, aquilo que acontece é que a sabedoria é deixada com quem faz, podendo no futuro ter impactos negativos. Geralmente, na área fabril a maioria dos operadores já se encontra a executar a mesma função há algum tempo, toda a experiência adquirida, acaba por lhes trazer um nível acentuado de conhecimento da função.

Na unidade fabril, no setor da montagem podia observar-se o trabalho de uma quantidade de profissionais, que apresentavam um grande conhecimento sobre a sua função, o que lhes dava aptidão para executarem o processo de aprovisionamento de componentes, sem terem de se guiar por uma instrução de trabalho. Contudo, com a alteração do modelo produzido ocorreram algumas mudanças.

Além disso, temos a questão associada aos novos colaboradores. O saber fazer de um determinado posto de trabalho é um conhecimento que tem de passar sucessivamente para os novos colaboradores que vão chegando. Nesse sentido, aplicou-se o *standardized work*. Criaram-se padrões/instruções de maneira a que qualquer pessoa, com o mínimo de conhecimento do setor, possa ser capaz de executar as tarefas pretendidas. Guardar conhecimento é crucial, a melhor forma de o fazer é documentá-lo em suporte físico e digital.

Criou-se para cada uma das zonas *picking* o *standard* de posto associado, tendo por base a descrição das operações elementares, o saber fazer de uma delas e os respetivos pontos chave, que podem estar relacionados com aspetos de qualidade, segurança e ergonomia, parte técnica e ambiental. Uma vez que se estavam a evoluir os *standards* de posto, houve a necessidade de acrescentar alguns fatores importantes, que até ao momento ainda não tinham sido tidos em conta. São eles:

- Definição de um local no *kit* para a colocação da FAV.
- Alerta para a limpeza dos *kits*, ou seja, antes de iniciar o processo de aprovisionamento confirmar se o *kit* está totalmente vazio.
- Alerta informativo relativamente ao símbolo gráfico de controlo da referência da primeira peça.
- Preconizações de aspeto a ter em conta.

Como resultado, passou-se de um cenário sem qualquer procedimento operacional padrão, para um cenário complementemente oposto, onde todos os postos *picking* passaram a ter associado um documento, que expressa o planeamento das rotinas operacionais para alcançar a perfeição e reduzir a ocorrência de falhas.

O resultado desta ação encontra-se exposto na pupitre do monitor do módulo *picking*. Cada posto tem associado um dossiê, onde é possível encontrar o *standard* de posto.

Com esta medida, espera-se que todos os colaboradores afetos aos postos *picking* saibam como executar as operações que lhes estão inerentes, que o número de erros associados seja minimizado e, no caso de acontecer alguma falha, se torne muito mais fácil a identificação do problema e a perceção de qual a direção a tomar para corrigir os eventuais erros e minimizar os possíveis prejuízos.

2. Implementação de um símbolo gráfico de controlo de referência de 1.^a peça e criação de uma lista de seguimento

Para garantir que o problema de não conformidades fosse detetado o mais cedo possível e não se arrasta-se demasiado, recorreu-se à criação de um símbolo gráfico, *Figura 4-14*. O seu objetivo passa por diminuir o número de componentes não conformes de nomenclatura, cuja causa se relacione com caixas trocadas pela logística, pelo fornecedor ou até mesmo por outro operador.

A função deste símbolo, passa por indicar ao operador que está a realizar o processo de aprovisionamento, que de cada vez que abrir uma nova embalagem do componente ao qual está associado o controlo, deve realizar a confirmação da referência da 1.ª peça que retirar. Recorreu-se à gestão visual como meio de facilitação, interação e monitoramento.



Figura 4-14 Símbolo gráfico de controlo referência 1.ª peça.

O processo de confirmação da referência, passa por:

1.º Confirmar se a referência da embalagem, *Figura 4-15*, coincide com a referência que está no *kanban*, *Figura 4-16*.

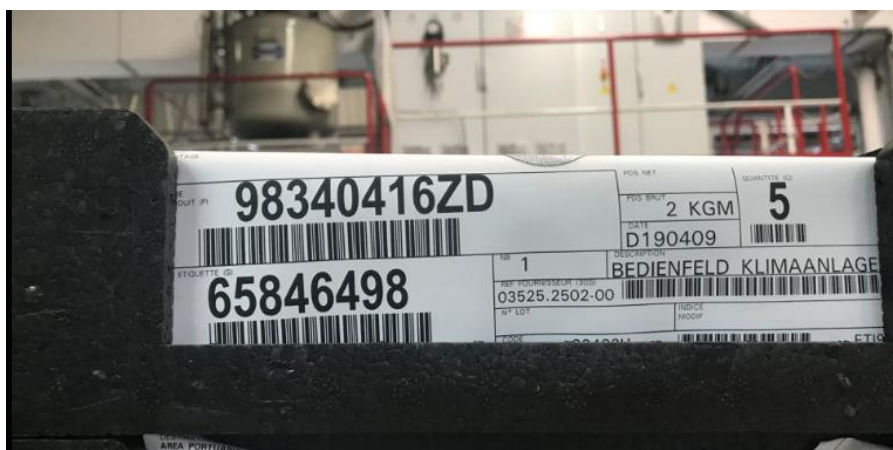


Figura 4-15 Imagem da etiqueta de uma embalagem.
Fonte: CPMG, PSA.



Figura 4-16 Imagem da etiqueta do kanban.
Fonte: CPMG, PSA.

2.º Confirmar se a referência do componente, *Figura 4-17*, coincide com a referência da embalagem, *Figura 4-15* e do *kanban* *Figura 4-16*.



Figura 4-17 Imagem da etiqueta do componente.
Fonte: CPMG, PSA.

Com o objetivo de garantir o seguimento dos componentes aos quais está associado o controlo de referência da 1.ª peça em cada nova embalagem, criou-se uma lista dinâmica, na qual de cada vez que se coloca um novo controlo se adiciona o elemento à lista. Os dados registados para cada componente são: a sua designação; a referência; a seção na qual estão a ser alvo de controlo, pois existem componentes que estão associados a mais do que uma zona *picking*; a data de início do controlo; o número de ocorrência de trocas após a colocação do controlo e ainda um campo não obrigatório, associado à causa da troca, para o caso de se conseguir saber qual o real motivo da troca.

Um componente é submetido a este controlo quando:

- Já existe um historial de trocas constantes.
- Foi detetada uma não conformidade nomenclatura do componente em clientela.
- Existem vários componentes com o mesmo aspeto visual, mas com referências distintas.

Espera-se que todos os operadores afetos às zonas de *picking*, onde o controlo está implementado, cumpram o seu propósito, no sentido de detetar o problema o mais cedo possível, de forma a minimizar o seu impacto.

3. Implementação da conformidade dos componentes e seu seguimento

A conformidade trata-se de uma funcionalidade que já está implementada no *gemba*. Com recurso a uma aplicação específica é possível perceber se um determinado componente é ou não o associado ao veículo. Através de um leitor ótico, é feita a leitura da referência dos componentes aos quais está aplicada. Todos os componentes a que se aplica a conformidade passam a ter um controlo mais rigoroso, pois tem de ser feita a leitura da FAV, que tem a informação relativa aos componentes do veículo, seguida leitura da referência associada ao componente. Ao serem feitas estas leituras, a aplicação associada à conformidade mostra-se realmente como o componente adequado para aquele veículo. Assim, permite erradicar os defeitos de não conformidade de nomenclatura relativamente aos componentes aos quais é aplicada.

Contudo, o seu resultado depende muito dos operadores, intervenientes fundamentais, pois são os responsáveis pela realização da leitura de conformidade.

Com o intuito de levar os operadores a respeitarem o cumprimento da conformidade nos componentes aos quais está aplicada, além de ter sido feito uma ação de sensibilização, recorreu-se à criação de um “alerta” visual, *Figura 4-18*, para usar como suporte informativo acerca do cumprimento/incumprimento da conformidade, ao longo da semana por turno. O preenchimento é feito semanalmente de modo a reportar o desempenho por turno durante a semana anterior.

O alerta, tal como se observa na *Figura 4-18* permite mostrar a informação para os três turnos, A e B turnos diurnos e N turno noturno, num horizonte temporal de três semanas. Foi criada uma legenda que auxilia no preenchimento do alerta visual, pode ver-se na *Tabela 4-6*.

Com esta medida espera-se que os operadores fiquem sensibilizados para a importância da realização da conformidade nos componentes aos quais está aplicada. Estes começam a sentir-se mais implicados nos processos da empresa e percebem o quanto é importante a correta execução das suas tarefas.

A longo prazo espera-se que os colaboradores comecem a ficar mais implicados nas suas operações e acabem por respeitar a realização da conformidade.

Tabela 4-6 Indicações de preenchimento do alerta visual.

Conformidade...	... não está a ser realizada.	NOK
	... está a ser realizada.	OK
	... está a ser realizada algumas vezes.	+/-

ALERTA DE QUALIDADE

Descrição do Defeito: _____

Conformidade Não Realizada

Seguimento da Conformidade

		Semana 3	Semana	Semana
Conformidade	Turno A	NOK		
	Turno B	NOK		
	Turno N	OK		

* Não está a ser realizada -> NOK
 * Está a ser realizada -> OK
 * Está a ser realizado algumas vezes -> +/-

Data Início: 14/02 Elaborado por: Cláudia Valente Data Fim: _____

Turnado em contra ponto

	TA	TB	TN
MONITOR			
OPERADOR			

Figura 4-18 Alerta visual conformidade componentes.

4. Implementação da rotina de *tour de terrain* nas zonas *picking* e seu seguimento

O *gemba* possui um papel significativo em qualquer organização, é o local onde as coisas realmente acontecem. Ir ao chão de fábrica mostra-se verdadeiramente importante, quer para o entendimento dos processos em si quer para a análise e deteção de possíveis oportunidades de melhoria. São muitas as vezes em que se tomam decisões sem antes ir ao terreno ver qual a real situação, sem conversar com aqueles que executam e vêem todos os dias os processos a acontecer, que possuem conhecimento dos problemas e falhas, e que muitas vezes até têm ideias para solucioná-los.

Efetivamente, para se conseguir um verdadeiro entendimento das coisas é preciso observá-las, só assim se conseguem identificar os problemas e elaborar planos de ações para resolvê-los.

Outro fator bastante importante é o fluxo de informação, quando a informação é bem gerida, acaba por se transformar num ponto forte dentro das organizações. No entanto, muitas vezes, por diversas razões a informação acaba por se perder, não chegando onde era suposto e necessário.

Nesse sentido, implementou-se uma rotina de *tour de terrain* (TT) nas zonas *picking*, para ajudar a combater a falta do fluxo de informação entre os operadores e os seus superiores (MON e RU), bem como antecipar a deteção de problemas e possíveis soluções. Definiu-se que deveriam ser realizados pelo menos uma vez por dia, sendo que o ideal seria uma vez por turno.

Assim, o objetivo da implementação dos TT, para além da recolha do máximo de informação acerca do estado das zonas de *picking*, teve também, como objetivo a identificação de problemas na sua fase embrionária. Ao serem detetados cedo o aumentava-se a sua probabilidade de serem logo solucionados era maior, o que evitava que se propagassem ao longo do processo, e originassem elevados prejuízos.

Para a realização dos TT foi criado um modelo de documento, composto várias secções iguais, tal como mostra a *Figura 4-19*. A cada uma delas estavam associados dois campos principais, a zona onde estava a ser feito o TT e a respetiva data. Além disso, existiam quatro parâmetros a serem avaliados em cada um dos TT, o estado da qualidade, onde o pretendido era verificar se as preconizações de aprovisionamento estavam ou não a ser cumpridas, se os componentes se encontravam bem-acondicionados nas embalagens, a avaliação do cumprimento dos 5S assim como outros parâmetros relacionados. Fazer uma avaliação ao nível da segurança e ergonomia, da parte técnica, isto é, da forma como executavam as tarefas, e ainda, a parte ambiental.

Pretendia-se, de cada vez que era feito um TT, que se realizasse um levantamento de todas as anomalias detetadas, para que durante a reunião de qualidade, realizada diariamente fossem expostas as anomalias e se fizessem propostas de potenciais ações para as erradicar.

O objetivo dos TT é detetar o máximo de anomalias existentes nas zonas de *picking* e evitar que os problemas se arrastem ao longo da cadeia, o que dificulta a sua resolução.

Espera-se que futuramente os TT promovam uma frequente atitude de “ir ao *gemba*” e que tragam benefícios para o desempenho geral da equipa.





Tour Terrain	
Zona: _____	Data: ____/____/____
<div> <input type="checkbox"/> Qualidade  </div> <div> <input type="checkbox"/> Segurança e Ergonomia  </div> <div> <input type="checkbox"/> Técnico  </div> <div> <input type="checkbox"/> Ambiente  </div>	

Figura 4-19 - Exemplo da secção do modelo documento criado para a realização dos TT.

5. Definição do método de funcionamento para o retorno de peças às embalagens

A garantia da conformidade de nomenclatura dos componentes à saída da zona *picking* é fundamental. Neste caso em concreto as áreas de armazenamento estão divididas por zonas, cada uma delas possui um conjunto determinado de produtos associados. Dado que muitos deles pertencem à mesma família, isto é, apenas se alteram algumas das suas características, a probabilidade de ocorrerem trocas entre eles é muito elevada.

Assim, com o intuito de garantir que nestas situações o retorno das peças é feito corretamente, criou-se um *standard* de funcionamento. Quando tal situação se verifica segue-se um comportamento padrão definido, que garante a correta colocação dos componentes. O processo caracteriza-se pelas seguintes operações:

1. Verificar se o *kit* ou *charriot* está vazio.
2. Caso haja algum componente este deve ser retirado do *kit* e colocado na estante destinada ao depósito das peças.
3. No final de cada turno, um dos operadores é responsável pelo retorno dos componentes ao *kanban* de origem. Para realizar o retorno ao *kanban* deve:
 - a. Pegar no componente e verificar qual a sua referência.
 - b. Procurar a etiqueta do *kanban* com a mesma referência do componente.
 - c. Antes de colocar o componente na embalagem, confirmar se a referência do componente e do *kanban* corresponde com a da caixa.

Tal como já foi mencionado, foi necessário criar uma estante para a colocação dos componentes. Devido à tipologia das peças poder ser variada, criaram-se duas zonas distintas. Uma delas direcionada para peças sem qualquer risco de degradação de aspeto e outra, voltada para os componentes com os quais é necessários cuidados redobrados.

Com a definição do procedimento, pretende-se auxiliar os colaboradores no processo de recolocação dos componentes nas embalagens de origem, e ainda reaproveitar componentes.

4. Definição do método de funcionamento da reposição de peças em falta na linha de montagem

A falta de componentes no bordo de linha (BdL) *picking*, está associada a principalmente a duas causas, a inexistência de componentes na fábrica e o atraso por parte do operador logístico a realizar o abastecimento do BdL.

Pelo que, a fim de garantir que quando há falta de um determinado componente no BdL, independentemente da causa associada, este é repostado de forma correta desenvolveu-se um procedimento que visava colmatar essa falha.

Foi criado um modelo de documento, *Figura 4-20*, do qual faziam parte vários parâmetros. O turno e a data na qual estava a ser feito o registo, bem como, uma tabela com as seguintes entradas; o número de *chassi*; a referência e a quantidade, de forma a assegurar que a peça levada era entregue e colocada no carro certo. Além disso, possuía também um campo “Comentários” que estava destino ao registo de informação pertinente.

De cada vez que se iniciava um turno, o monitor responsável pelas zonas de *picking* distribuía por cada uma delas um exemplar. De modo a que de cada vez que faltasse algum componente, uma das pessoas afetas ao posto efetuava o registo dos dados.

Assim que o componente era repostado, os operadores logísticos alertavam os operadores responsáveis pelo aprovisionamento, e por sua vez, estes alertavam o monitor para realizar a reposição do componente em falta.

O objetivo desta medida é estabelecer um procedimento que garanta que em cada carro apenas são montados os componentes que lhe estão associados e não outros.

Registo de componentes em falta			
Turno: ____ Data: ____/____/____			
Chassi	Referência	Quantidade	Comentários

Figura 4-20 Modelo de documento criado para o registo dos componentes em falta.

5 Análise dos resultados

Neste capítulo, apresenta-se e analisa-se todos os dados recolhidos durante o estudo realizado. De modo a facilitar a apresentação e a análise dos dados recolhidos, estes passam a ser apresentados em diferentes secções.

5.1 Análise dos resultados obtidos com a aplicação das ferramentas da qualidade

Para conseguir resolver e analisar o problema em estudo, seguiu-se uma sequência lógica de operações – método, cujo propósito era atingir os objetivos desejados. Utilizaram-se, para tal, várias ferramentas como recurso. O que realmente resolveu o problema não foram as ferramentas, mas sim o cumprimento do método definido com a correta utilização das ferramentas selecionadas.

As ferramentas assumiram um papel fundamental na identificação, análise e eliminação quer dos problemas quer das suas falhas. Através da sua aplicação foi possível identificar o problema em estudo, analisar a sua envolvente, seleccionar e priorizar processos e causas, bem como, propor ações de melhoria.

Percebeu-se que para atingir os objetivos desejados não basta a utilização de ferramentas, é necessário que quem as aplica tenha um conhecimento profundo acerca de todas as etapas do processo em análise, caso contrário, essa análise não será totalmente eficaz.

5.2 Apresentação e análise dos resultados obtidos com a criação dos *standards* de posto das zonas *picking*

Após a criação dos *standards* de posto das zonas *picking*, estes foram avaliados e validados pelos RU's dos três turnos. Depois serem validados, todos os colaboradores das zonas *picking* foram formados aos novos *standards* de trabalho. Em cada um dos turnos, a formação ao *standard* foi dada pelo monitor responsável do módulo *picking*.

Aquando da formação aos operadores, percebeu-se que nem todos os colaboradores sabiam da existência de um *standard* de trabalho. Como pode ser visto na *Figura 5-1*, no turno A, apenas 59% dos colaboradores sabiam da existência do *standard* de posto. No turno B, turno com maior percentagem verifica-se que 76% das pessoas têm esse conhecimento. E por fim, o turno N, turno onde a maioria das pessoas não têm esse conhecimento, cerca de 59% das pessoas não sabiam da existência de *standard* de posto.

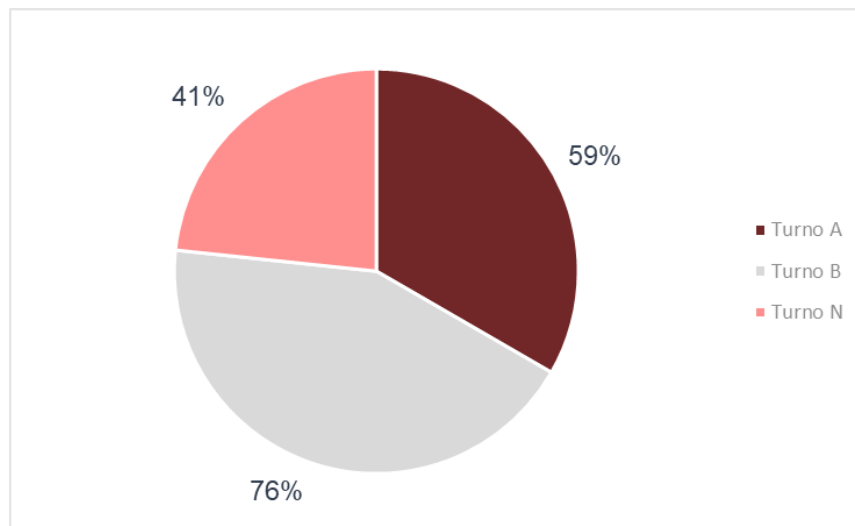


Figura 5-1 Gráfico demonstrativo da percentagem de pessoas em cada turno com conhecimento do standard de posto.

Após terem sido evoluídos os *standards* de trabalho e de ser dada formação aos colaboradores, verificaram-se várias melhorias no processo de aprovisionamento. As pessoas passaram a estar mais atentas e envolvidas no processo. Começaram a:

- Verificar a limpeza do *kit* antes de iniciarem o processo de aprovisionamento.
- Aprovisionar as peças só quando a luz estava acesa.
- Retirar primeiro o componente da embalagem e só depois desligar a luz associada.
- Respeitar o acondicionamento das peças, principalmente no caso daquelas que eram mais sensíveis à degradação de aspeto.
- Controlar a conformidade das referências da embalagem na primeira peça retirada, quando indicado.

5.3 Apresentação e análise dos resultados obtidos com a implementação de um símbolo gráfico

Até ao término do prazo definido para a recolha de dados, o controlo de referência de 1.^a peça foi aplicado a vários componentes de zonas distintas. A seleção dos componentes foi feita tendo em conta os três critérios definidos, para um componente ser alvo de controlo teria de obedecer a pelo menos um dos critérios estipulados.

O controlo de referência 1.^a peça foi colocado a 10 tipos de componentes diferentes. A *Tabela 5-1*, apresenta um resumo acerca da respetiva designação dos componentes, da seção à qual pertencem, ou seja, zona de aprovisionamento ou de preparação à qual

pertencem, e ainda, a quantas referências diferentes de cada componente foi aplicado o controlo.

Pela *Tabela 5-1*, percebe-se que não há uma predominância ao nível das zonas as quais foi aplicado o controlo. No entanto, de entre as zonas assinaladas aquelas que mais se destacam são o *picking* da preparação do quadro de bordo (PQB), a preparação dos vidros (VCA) e o *picking* das portas *avant* (PAV).

A *Figura 5-2* representa para cada um dos componentes aos quais foi aplicado o controlo, o número de vezes que após a sua colocação, ocorreram novamente trocas. Para componentes da mesma família a designação é igual, muda só a referência. Neste caso, foram atribuídos números sequenciais para identificar cada uma das variantes dentro da mesma família. Através da sua análise, facilmente se percebe que o controlo não foi respeitado a 100%. Após a aplicação do controlo de referência 1.^a peça, o esperado seria que não voltassem a ocorrer trocas entre os componentes, contudo, tal situação não verificou. Pelo contrário, dos 35 componentes com controlo, em apenas 14 deles é que não voltaram a ocorrer trocas, ou seja, em 40% dos casos o controlo foi totalmente eficaz.

Tabela 5-1 Lista de componentes com controlo de referência 1.^a peça.

Designação componente	Zona	Número de componentes com controlo
pala de sol	preparação tejadilhos	3
calculador ASS	<i>picking</i> HC ESQ	3
retrovisores	<i>picking</i> PAV	6
motoventilador	preparação GMV	2
tampões rodas	preparação lote bord	4
difusor central	<i>picking</i> PQB	2
difusor lateral	<i>picking</i> PQB	4
vidro para-brisas	<i>picking</i> VCA	4
protetor frein	bordo de linha M2	4
vidro volet	<i>picking</i> VCA	3

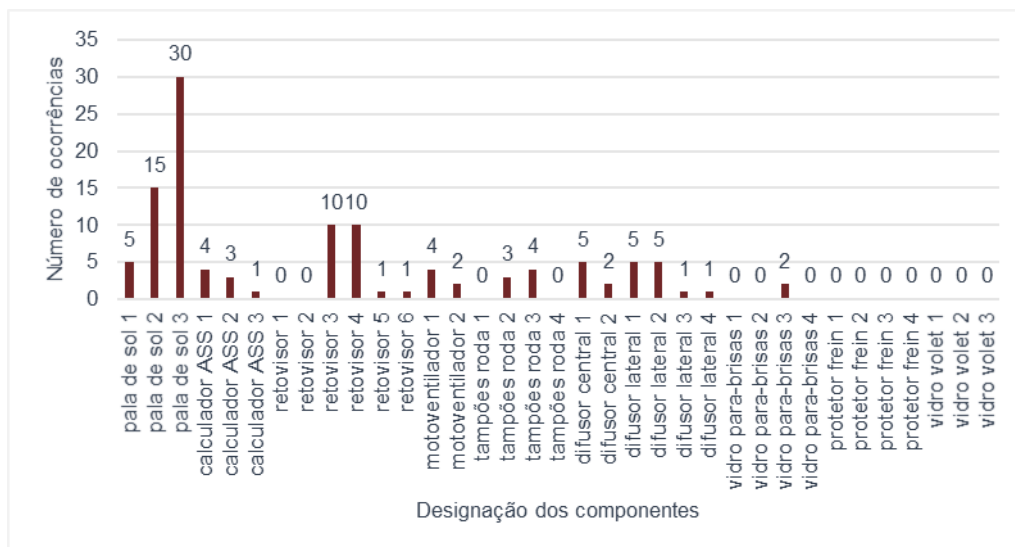


Figura 5-2 Número de ocorrências de componentes não conformes de nomenclatura depois da colocação do controlo.

5.4 Apresentação e análise dos resultados obtidos com a implementação da conformidade

Tal como já foi referido, a conformidade trata-se de uma funcionalidade aplicada quando se pretende garantir que um determinado componente é efetivamente o adequado para um certo *chassi*. A ação foi implementada em sete postos distintos, um na UEP M1, preparação das pedaleiras e os restantes na M2, nos postos GAV 1, GAV 2, GAV 3, lote bord, porteur e POM 2.

Após a colocação em prática da realização da conformidade nos postos referidos, tornou-se crucial realizar ações de sensibilização junto dos operadores a fim de lhes mostrar a importância desta operação. Em complemento, tal como referido anteriormente, em cada um dos postos existia um quadro visual. Este demonstrava a evolução, por turno, da realização da conformidade. O pretendido era levar os operadores a terem conhecimento da existência do problema e a ficarem implicados na sua resolução, já que são eles os principais responsáveis.

As tabelas apresentadas em seguida, *Tabela 5-2*, *Tabela 5-3*, *Tabela 5-4*, *Tabela 5-5*, *Tabela 5-7* e a

Tabela 5-8, são o resultado obtido ao longo das semanas a seguir à implementação do quadro visual no posto de trabalho e das ações de sensibilização realizadas aos operadores. Em cada uma das tabelas, temos para os três turnos trabalhados, ao longo de várias semanas o resultado relativamente à realização ou não da conformidade. Para o caso de ter sido sempre realizada o estado aparece OK, caso contrário está NOK. Pode ainda, ocorrer a situação em que não foi realizada na totalidade e aí já aparece KO.

Assim, para o posto GAV 3, a *Tabela 5-2* demonstra que as ações aplicadas surtiram efeito, sendo que apenas na primeira semana os resultados foram menos satisfatórios. No *Tabela 5-3*, representativa da GAV 1, percebe-se que durante as três primeiras semanas os resultados são menos positivos, contudo, após essa semana acabou por estabilizar. O posto GAV 2, *Tabela 5-4*, foi aquele onde efetivamente, a dificuldade foi maior, apenas durante a semana 6 e 7 é que se conseguiu que todos os turnos realizassem a conformidade. A preparação das pedaleiras, onde deve ser feita a conformidade do emissor de embraiagem, após se iniciar a aplicação das ações sofreu algumas alterações. Esta preparação deixou de ser feita na UEP M2 e passou para a M1, o que implicou alterações ao nível dos operadores, daí as últimas semanas analisadas apresentarem resultados tão negativos, *Tabela 5-5*. A *Tabela 5-6*, relativa à preparação do *lote bord*, mostra os resultados obtidos, tal como se pode ver a adesão dos colaboradores neste posto foi basicamente nula, daí os resultados. Na *Tabela 5-7*, temos os resultados relativamente ao posto dos *porteur*, tal como em muitos outros, nas primeiras semanas os resultados não foram os melhores, mas depois acabaram por melhorar. Por fim, os resultados da

Tabela 5-8 relativos à POM 2, onde se verifica uma clara distinção entre um dos turnos e os restantes dois. O turno N nunca cumpriu com a conformidade, já o turno A e B, apesar de nas duas primeiras semanas não cumprirem, depois disso passaram a respeitar na totalidade.

Tabela 5-2 Seguimento da conformidade no posto GAV 3 por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.

	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
--	----	----	----	----	----	----	----	----

Conformidade	Turno A	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Turno B	KO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Turno N	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabela 5-3 Seguimento da conformidade no posto GAV 1 por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.

		S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Conformidade	Turno A	NOK	KO	KO	OK	OK	OK	OK	OK
	Turno B	NOK	KO	KO	OK	OK	OK	OK	OK
	Turno N	NOK	KO	KO	OK	OK	OK	OK	OK

Tabela 5-4 Seguimento da conformidade no posto GAV 2 por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.

		S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Conformidade	Turno A	NOK	NOK	OK	OK	OK	NOK	NOK	NOK
	Turno B	NOK	NOK	NOK	OK	OK	NOK	NOK	NOK
	Turno N	NOK	NOK	NOK	OK	OK	NOK	NOK	NOK

Tabela 5-5 Seguimento da conformidade no posto preparação pedaleira por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.

		S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Conformidade	Turno A	NOK	NOK	OK	OK	OK	NOK	KO	NOK
	Turno B	OK	OK	OK	OK	OK	NOK	KO	KO
	Turno N	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NOK

Tabela 5-6 Seguimento da conformidade no posto da preparação do lote bord por turno desde a semana 5 à semana 9 de 2019.

		S5	S6	S7	S8	S9
Conformidade	Turno A	NOK	OK	OK	NOK	NOK
	Turno B	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
	Turno N	NOK	NOK	OK	OK	NOK

Tabela 5-7 Seguimento da conformidade no posto porteur por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.

		S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Conformidade	Turno A	KO	KO	NOK	KO	OK	OK	OK	OK
	Turno B	KO	OK	OK	KO	OK	OK	OK	OK
	Turno N	NOK	NOK	NOK	KO	OK	OK	OK	OK

Tabela 5-8 Seguimento da conformidade no posto POM 2 por turno desde a semana 2 à semana 9 de 2019.

		S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Conformidade	Turno A	NOK	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Turno B	NOK	NOK	OK	Ok	OK	OK	OK	OK
	Turno N	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK

5.5 Apresentação e análise dos resultados obtidos com a rotina de *tours terrain* nas zonas *picking*

Através dos *tours terrains* (TT) realizados foi possível antecipar vários problemas. Ao analisar as zonas de *picking* tendo em conta a qualidade, a segurança e ergonomia, a parte técnica e ambiental, o leque de anomalias detetadas foi muito variado.

Assim, com a realização dos TT foi possível antecipar vários problemas, uma vez que as anomalias eram detetadas atempadamente e o tempo de reação era quase que imediato, quando se reunião todas as condições para tal.

Em seguida são listadas as principais anomalias detetadas:

- Falta de peças logística;
- Troca de embalagens;
- Detecção de situações que potenciam a troca de componentes.
- Mau funcionamento do sistema *pick to light*;
- Falta de formação do operador ao posto de trabalho;
- Erros associados às FAV's;
- Mau funcionamento dos equipamentos de leitura de FAV's;
- Mau estado *kanbans*;

- Detecção equipamentos de segurança danificados.

5.6 Apresentação e análise dos resultados obtidos com o método de retorno de peças e reposição de peças

Com a definição do método de funcionamento do retorno de peças aos *kanbans* e da reposição dos componentes em falta na linha de montagem, exigiu-se um maior rigor aos operadores na execução das suas tarefas, uma vez que se diminuíram as variabilidades nas ações por estes desempenhadas.

Através da normalização das tarefas, isto é, da sua padronização, foi possível criar uma ordem comum, procedimento, para a aplicação das mesmas, visando um correto e eficaz processo de execução. Os operadores abandonaram uma situação onde não tinham qualquer tipo de indicação sobre o que e como fazer, para um cenário completamente oposto. Foram-lhes fornecidas ferramentas que possibilitavam identificar falhas prováveis e o processo a seguir em tal situação. Deste modo, os operadores começaram a realizar um trabalho mais coerente e consequentemente, mais gratificante.

6 Considerações finais

O desenvolvimento deste trabalho, permitiu numa primeira fase, um aprofundamento de conhecimentos, principalmente dos relacionados com ferramentas e metodologias associadas ao *lean* e à qualidade, conhecimentos esses do domínio teórico e prático.

Através da aquisição dos diversos conhecimentos, necessários para a aplicação do estudo, tornou-se viável a sua implementação, tendo em conta todas as bases teóricas e práticas que o mesmo exigia.

Face às condições de partida do presente estudo e ao cenário de aplicação do mesmo, pode considerar-se que no geral, os resultados alcançados, vão ao encontro das metas previamente estabelecidas.

Em suma, graças a ações aparentemente simples, como a criação do símbolo de controlo visual, foi possível a execução de diversas operações por parte dos colaboradores, que passaram a garantir na maior parte do tempo, a não ocorrência de peças não conformes de nomenclatura, ou seja, conseguiu-se que os colaboradores passassem a executar as suas tarefas com maior qualidade.

6.1 Críticas aos resultados obtidos

A aplicação das ferramentas da qualidade, juntamente com a aplicação e implementação de ferramentas e métodos *lean*, permitiram alcançar os resultados esperados, tendo em conta os objetivos definidos. Assim, certificaram-se as capacidades destas ferramentas em analisar e solucionar problemas.

O estudo do problema iniciou-se com a observação direta no chão de fábrica, tendo em conta que a aplicação de ferramentas só foi possível depois de passadas algumas semanas em contato com a realidade industrial.

Procurou-se, através da aplicação sucessiva e encadeada de ferramentas, entender o problema e descobrir as suas características.

O processo de implementação das ferramentas não foi algo claro e imediato, os resultados foram conseguidos gradualmente. À medida que iam surgindo resultados, iam por consequência ser selecionadas as ferramentas a aplicar no passo seguinte.

A fase inicial de entendimento dos processos e recolha de dados foi bastante desafiante, tendo-se tornado concretizável graças à colaboração dos operadores e técnicos.

Inicialmente, motivar os colaboradores acerca da importância da sua participação, foi um processo complicado, pois não existia grande abertura para a partilha de

informações. O entendimento do papel que assumiam na execução e evolução das ações foi fundamental para que ficassem mais recetivos e participativos. Sem dúvida que a integração de todos os intervenientes ao longo das fases do estudo foi fundamental, sem o seu contributo teria sido difícil.

Ao longo do projeto pôde constatar-se que a predisposição dos colaboradores para a execução das medidas implementadas foi sendo alterada, à medida que percebiam a sua real importância, bem como sobre o seu impacto no trabalho individual e coletivo.

Contudo, é de realçar o contributo dos RU's e monitores na implementação e seguimento das ações, assim como na motivação das equipas a trabalhar para o objetivo definido com a implementação das ações.

A aplicação das ferramentas da qualidade ajudou tanto na tomada de decisão como na melhoria do controlo dos processos. Foram utilizadas para definir, analisar e propor soluções para o problema em estudo. Já as ferramentas *lean*, estiveram relacionadas com a parte da implementação das ações de bloqueio.

Por forma a verificar se os resultados obtidos estão de acordo com as questões de investigação levantadas na formulação dos objetivos, passa-se a fazer uma observação individual de cada delas.

Relativamente à primeira questão (*Quais as principais causas da ocorrência de componentes não conformes de nomenclatura?*), constatou-se que a aplicação de várias ferramentas de qualidade de forma correta e encadeada, permitiu chegar às causas que estão na origem de componentes não conformes de nomenclatura. Assim, foi possível concluir que as causas principais são: o incumprimento do *standard* de posto de trabalho; *standard* de posto não robustos, não contempla todas as informações necessárias; retorno de componentes aos *kanbans* feito erradamente, quando retornam da linha de montagem e reposição errada de componentes da linha de montagem quando não há stock no bordo de linha *picking*.

Quanto à segunda questão (*É possível categorizar as principais causas da não conformidade?*), verificou-se que após a recolha, análise e tratamento dos dados reunidos acerca do problema e de toda a sua envolvência, chegou-se a um conjunto de causas que provocavam a ocorrência de não conformes de nomenclatura. Depois de analisar o processo no chão de fábrica, percebeu-se que as falhas surgiam de erros humanos, de falhas associadas a máquinas/equipamentos, imperfeições do método definido, defeitos do material e, ainda, a problemas do meio envolvente. Pelo que, se pode afirmar que as causas se dividem em cinco categoria distintas: falhas humanas, falhas das máquinas, falhas de material, falhas de método e, por fim, falhas do meio.

Por último, em relação à terceira questão (*De que forma as ações implementadas para mitigar as causas identificadas se relacionam com os custos de qualidade?*), pode concluir-se que as ações implementadas acarretaram diversos custos de qualidade, os quais passo a citar: de avaliação, de prevenção, de falhas internas e de falhas externas. Apesar dos custos existentes, estes revelam-se essenciais para atingir a melhoria, o que é uma mais valia para a organização.

6.2 Limitações

A principal limitação deste projeto relacionou-se com a fase de trabalho passada na unidade industrial aquando da implementação do mesmo. Tal fase deveu-se à alteração da geração de veículos produzidos.

Ao longo dos meses de estágio ocorreram diversas mudanças, a um ritmo muito elevado. Tudo isso, acabou por dificultar tanto a implementação das ações como a recolha de dados.

Ao nível da recolha de informação, no início do projeto, verificou-se que os operadores não estavam habituados a expressar-se nem a cooperar. Foi necessário algum tempo até se conseguir estabelecer uma ligação, para tal foi preciso explicar-lhes a importância da comunicação e da cooperação no trabalho em equipa.

No que toca à implementação das ações de melhoria, a maior dificuldade foi conseguir que os operadores cumprissem com o pretendido, verificou-se difícil ultrapassar o elevado nível de desinteresse e despreocupação.

6.3 Sugestões para um trabalho futuro

De maneira a dar continuidade ao trabalho realizado, deve ser mantida a filosofia de melhoria contínua já praticada pela empresa.

Futuramente, seria benéfico para a organização continuar a fazer o seguimento do problema em estudo. Trata-se de um tema que envolve uma variedade de processos e pessoas sobre os quais é impossível ter 100% de controlo, daí estar continuamente exposto a possíveis falhas. Além de que, existem muito mais problemas associados a este que seriam de interesse.

Para o problema em estudo, as melhorias identificadas e implementadas representam apenas uma pequena parte do que poderia ter sido executado. De seguida, apresentam-se algumas propostas de trabalho futuro:

- Desenvolvimento de um estudo sobre o problema de falta de peças na linha de montagem. No desenrolar do projeto foi possível verificar que este

é um problema bastante recorrente e com um impacto enorme. Causando muitas das vezes atrasos na linha de montagem.

- Verifica-se a necessidade de melhorar o processo de habilitação aos postos, bem como, os métodos e planos de motivação. Pelo que, seria crucial a empresa investir ainda mais na formação e motivação dos seus colaboradores, no sentido de garantir que estes continuem a sentir interesse e empenho pelo seu trabalho, dado que este problema depende muito da componente humana.

7 Bibliografia

- Agnetis, A., Bianciardi, C., & Iasparra, N. (2019). Integrating lean thinking and mathematical optimization: A case study in appointment scheduling of hematological treatments. *Operations Research Perspectives*, 6, 100–110. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2019.100110>
- Ahmed Al-Dujaili, M. A. (2013). Study of the relation between types of the quality costs and its impact on productivity and costs: A verification in manufacturing industries. *Total Quality Management and Business Excellence*, 24(3–4), 397–419. <https://doi.org/10.1080/14783363.2012.669552>
- Alonço, G. (2018). O que é não conformidade? Como tratar uma NC? Retrieved from <https://certificacaoiso.com.br/o-que-e-nao-conformidade/>
- Anoye, B. A., & Ouattara, A. (2015). Continual Improvement In Small Soaps Company. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, 4(11). Retrieved from www.ijstr.org
- Ayach, L., Anouar, A., & Bouzziri, M. (2019). Quality cost management in Moroccan industrial companies: Empirical study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(1), 97. <https://doi.org/10.3926/jiem.2749>
- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction. *Alexandria Engineering Journal*, Vol 52, Iss 4, Pp 679-695 (2013), 52(4), 679–695. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.04.008>
- Baruah, J., & Paulus, P. B. (2008). Effects of training on idea generation in groups. *Small Group Research*, 39(5), 523–541. <https://doi.org/10.1177/1046496408320049>
- Besant, H. (2016). The Journey of Brainstorming. *Journal of Transformative Innovation*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2013.01.001>
- Bessant, J., Caffyn, S., Gilbert, J., Harding, R., & Webb, S. (1994). Rediscovering continuous improvement. *Technovation*, 14(1), 17–29. [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(94\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0166-4972(94)90067-1)
- Bhuiyan, N., & Baghel, A. (2005). An overview of continuous improvement: from the past to the present. *Management Decision*, 43(5), 761–771. <https://doi.org/10.1108/00251740510597761>
- Boer, J., & Blaga, P. (2013). A More Efficient Production using Quality Tools and Human Resources Management. *Procedia Economics and Finance*, 3, 681–689. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(12\)00214-6](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(12)00214-6)
- Chan, C. O., & Tay, H. L. (2018). Combining lean tools application in kaizen: a field study

- on the printing industry. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(1), 45–65. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-09-2016-0197>
- Coimbra, E. (2013). *Kaizen In Logistics And Supllly Chains*. McGraw-Hill Education - Europe.
- Costa, L. B. M., & Godinho Filho, M. (2016). Lean healthcare: review, classification and analysis of literature. *Production Planning & Control*, 27(10), 823–836. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1143131>
- Crosby, P. B. (1979). *Quality is Free : The Art of Making Quality Certain*. New York.
- Daniel, B., Kumar, V., & Omar, N. (2018). Postgraduate conception of research methodology: implications for learning and teaching. *International Journal of Research & Method in Education*, 41(2), 220–236. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2017.1283397>
- Deming, W. E. (William E. (2013). *The essential Deming : leadership principles from the father of quality*. McGraw-Hill.
- Dennis, P. (2015). *Lean production simplified (3rd ed.)*. New York: CRC Press.
- Duh, R. R., Hsu, A. W. H., & Huang, P. W. (2012). Determinants and performance effect of TQM practices: An integrated model approach. *Total Quality Management and Business Excellence*, 23(5–6), 689–701. <https://doi.org/10.1080/14783363.2012.669555>
- Eaidgah Torghabehi, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodaei, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, 29(1), 24–46. <https://doi.org/10.1108/01437730810845289>
- Feigenbaum, A. V. (1951). *Quality control: principles, practice and administration: an industrial management tool for improving product quality and design and for reducing operating costs and losses*. New York: McGraw-Hill.
- Garvin, D. A. (1984). What Does "Product Quality Really mean? *Sloan Management Review*, 25. <https://doi.org/10.1183/09031936.00106609>
- Godina, R., Rodrigues, E. M. G., & Matias, J. C. O. (2018). An Alternative Test of Normality for Improving SPC in a Portuguese Automotive SME (pp. 277–285). https://doi.org/10.1007/978-3-319-58409-6_31
- Hanaysha, J., Hilman, H., & Hasmini Abdul-Ghani, N. (2014). Direct and Indirect Effects of

- Product Innovation and Product Quality on Brand Image: Empirical Evidence from Automotive Industry. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(1), 2250–3153. Retrieved from <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85052884960&origin=inward>
- Harel, Z., Silver, S. A., McQuillan, R. F., Weizman, A. V., Thomas, A., Chertow, G. M., ... Bell, C. M. (2016). How to Diagnose Solutions to a Quality of Care Problem. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 11(5), 901–907. <https://doi.org/10.2215/CJN.11481015>
- Heslin, P. A. (2009). Better than brainstorming? Potential contextual boundary conditions to brainwriting for idea generation in organizations. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 82(1), 129–145. <https://doi.org/10.1348/096317908X285642>
- Ho, Y.-C., & Lin, J.-W. (2017). Improving order-picking performance by converting a sequential zone-picking line into a zone-picking network. *Computers & Industrial Engineering*, 113, 241–255. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.09.014>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. McGraw-Hill Education.
- Ishikawa, K. (1990). *Introduction to quality control*. Tokyo : 3A Corp.
- Juran, J. M. (1992). Departmental quality planning. *National Productivity Review*, 11(3), 287–300. <https://doi.org/10.1002/npr.4040110302>
- Juran, Joseph M., Godfrey, A. B., Hoogstoel, R. E., & Schilling, E. G. (1998). *Juran's Quality Handbook*. McGrawHill. <https://doi.org/10.1007/s00268-011-1084-9>
- Juran, Joseph M., & Gryna, F. M. (1993). *Quality Planning and Analysis: From Product Development Through Use*. McGraw-Hill.
- Kato, T., Nunes, B., & Dey, P. (2016). Is keiretsu really a source of competitive advantage for Japanese automotive suppliers? *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27, 62–81.
- Kim, C. S., Hayman, J. A., Billi, J. E., Lash, K., & Lawrence, T. S. (2007). The application of lean thinking to the care of patients with bone and brain metastasis with radiation therapy. *Journal of Oncology Practice*, 3(4), 189–193. <https://doi.org/10.1200/JOP.0742002>
- Kiran, D. R. (2016). Kaizen and Continuous Improvement. In *Total Quality Management* (pp. 313–332). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811035-5.00022-2>
- Krafcik, J. (1988). The Triumph of Lean Production System. *Sloan Management Review*, 30(1), 41–51.

- Laguna, M., & Marti, R. (2002). Neural network prediction in a system for optimizing simulations. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 34(3), 273–282. <https://doi.org/10.1080/07408170208928869>
- Langley, G., Moen, R., Nolan, K., & Nolan, T. (1998). The Improvement Guide: A Practical Approach to Enhancing Organizational Performance. *Quality Management Journal*, 5(3), 85–86. <https://doi.org/10.1080/10686967.1998.11919154>
- Liff, S., & Posey, P. A. (2007). *Seeing is believing: how the new art of visual management can boost performance throughout your organization*. Choice Reviews Online. AMACOM.
- Litcanu, M., Prostean, O., Oros, C., & Mnerie, A. V. (2015). Brain-Writing Vs. Brainstorming Case Study For Power Engineering Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 387–390. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.452>
- Lixandru, C. G. (2016). Supplier Quality Management for Component Introduction in the Automotive Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 221, 423–432. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.132>
- Lyu, J. (1996). Applying Kaizen and automation to process reengineering. *Journal of Manufacturing Systems*, 15(2), 125–132.
- Machado, V. C., & Leitner, U. (2010). Lean tools and lean transformation process in health care. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 5(5), 383–392. <https://doi.org/10.1080/17509653.2010.10671129>
- Mahmood, S., M. Ahmed, S., Panthi, K., & Ishaque Kureshi, N. (2014). Determining the cost of poor quality and its impact on productivity and profitability. *Built Environment Project and Asset Management*, 4(3), 296–311. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-09-2013-0034>
- Martin, K., & Osterling, M. (2007). *The Kaizen Event Planner - Achieving Rapid Improvement in Office, Service and Technical Environments*. Products Finishing (Vol. 74). Productivity Press.
- Martin, T. D., & Bell, J. T. (2011). *New horizons in standardized work: Techniques for manufacturing and business process improvement*. USA: CRC Press.
- Marugán, A. P., & García Márquez, F. P. (2017). Logical Decision Tree Analysis. In *Decision-Making Management* (pp. 11–25). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811540-4.00002-8>
- Meade, D. J., Kumar, S., & Houshyar, A. (2006). Financial analysis of a theoretical lean manufacturing implementation using hybrid simulation modeling. *Journal of Manufacturing Systems*, 25(2), 137–152. <https://doi.org/10.1016/S0278->

- Morland, J. K., Feagin, J. R., Orum, A. M., & Sjöberg, G. (2006). A Case for the Case Study. *Social Forces*, 71(1), 240. <https://doi.org/10.2307/2579984>
- Norma Portuguesa. (2015). Norma portuguesa 1995. Retrieved May 8, 2019, from www.iso.org/iso/foreword.html.
- Ojasalo, J. (2006). Quality for the individual and for the company in the business-to-business market: Concepts and empirical findings on trade-offs. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 23(2), 162–178. <https://doi.org/10.1108/02656710610640934>
- Paul Brunet, A., & New, S. (2003). Kaizen in Japan: an empirical study. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(12), 1426–1446. <https://doi.org/10.1108/01443570310506704>
- Pettigrew, A. (1973). *The Politics of Organizational Decision Making*. Routledge.
- Pinto, J. L. Q., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018a). Lean Manufacturing and Kaizen (pp. 5–24). https://doi.org/10.1007/978-3-319-77016-1_2
- Pinto, J. L. Q., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018b). Lean Manufacturing Tools (pp. 39–112). https://doi.org/10.1007/978-3-319-77016-1_4
- Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge - 5ª edición*. Project Management Institute (6th ed., Vol. 5). Project Management Institute. <https://doi.org/10.1002/pmj.20125>
- Pyzdek, T. (2012). *The Handbook for Quality Management, Second Edition: A Complete Guide to Operational Excellence*. McGraw-Hill.
- Ranking empresas de Viseu. (n.d.). Retrieved January 29, 2019, from https://empresite.jornaldenegocios.pt/Top_Empresas/WISEU
- Reeves, C. A., & Bednar, D. A. (1994). DEFINING QUALITY: ALTERNATIVES AND IMPLICATIONS. *Academy of Management Review*, 19(3), 419–445. <https://doi.org/10.5465/AMR.1994.9412271805>
- Resta, B., Powell, D., Gaiardelli, P., & Dotti, S. (2015). Towards a framework for lean operations in product-oriented product service systems. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 9(9), 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2015.01.008>
- Ros, E. de L., & Boer, H. (2006). Theory and practice of continuous improvement in shop-floor teams. *International Journal of Technology Management*, 22(4), 244.

- <https://doi.org/10.1504/ijtm.2001.002968>
- Schröder, M., Schmitt, S., & Schmitt, R. (2015). Design and implementation of quality control loops. *The TQM Journal*, 27(3), 294–302. <https://doi.org/10.1108/tqm-01-2014-0004>
- Seawright, K. W., & Young, S. T. (1996). A quality definition continuum. *Interfaces*, 26(3), 107–113. <https://doi.org/10.1287/inte.26.3.107>
- Sebastianelli, R., & Tamimi, N. (2002). How product quality dimensions relate to defining quality. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 19(4), 442–453. <https://doi.org/10.1108/02656710210421599>
- Secker, J., Wimbush, E., Watson, J., & Milburn, K. (1995). Qualitative methods in health promotion research: Some criteria for quality. *Health Education Journal*, 54(1), 74–87. <https://doi.org/10.1177/001789699505400108>
- Seddon, J., O'Donovan, B., & Zokaei, K. (2011). Rethinking Lean Service (pp. 41–60). https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8321-3_4
- Seleme, R. R. S. (2008). *Controle da Qualidade: As ferramentas essenciais*. Retrieved from <https://pt.scribd.com/document/368502114/Livro-Em-PDF-Controle-Da-Qualidade-As-Ferramentas-Essenciais>
- Stylidis, K., Wickman, C., & Söderberg, R. (2015). Defining perceived quality in the automotive industry: An engineering approach. In *Procedia CIRP* (Vol. 36, pp. 165–170). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.01.076>
- Suárez-Barraza, M. F., Ramis-Pujol, J., & Estrada-Robles, M. (2012). Applying Gemba-Kaizen in a multinational food company: A process innovation framework. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 4(1), 27–50. <https://doi.org/10.1108/17566691211219715>
- Sukwadi, R., Wee, H.-M., & Yang, C.-C. (2013). Supply Chain Performance Based on the Lean-Agile Operations and Supplier-Firm Partnership: An Empirical Study on the Garment Industry in Indonesia. *Journal of Small Business Management*, 51(2), 297–311. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12016>
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319–1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>
- Terziovski, M., & Sohal, A. S. (2000). Adoption of continuous improvement and innovation strategies in Australian manufacturing firms. *Technovation*, 20(10), 539–550. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(99\)00173-X](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(99)00173-X)
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*.

- Simon e Schuster, 1990.
- Xu, L., Blankson, C., & Prybutok, V. (2017). Relative contributions of product quality and service quality in the automobile industry. *Quality Management Journal*, 24(1), 21–36. <https://doi.org/10.1080/10686967.2017.11918498>
- Xu, Z., Dang, Y., & Munro, P. (2018). Knowledge-driven intelligent quality problem-solving system in the automotive industry. *Advanced Engineering Informatics*, 38, 441–457. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2018.08.013>
- Yin, R. K. (2016). *Qualitative Research from Start to Finish Second Edition*. THE GUILFORD PRESS. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Design third edition*. Sage Publications (Revised). Thousand Oaks, United States: SAGE Publications Inc.
- Zidel, T. G. (2006). *A lean guide to transforming healthcare*. *Home Health Care Management and Practice* (Vol. 19). William A.Tony. <https://doi.org/10.1177/1084822306298772>

8 ANEXOS

8.1 Anexo 1 – Folha de Verificação

[illegible]

Falhas Humanas - Causas

- 1 - Dificuldade de adaptação ao posto devido à alta rotatividade no posto.
- 2 - Dificuldade de adaptação ao posto devido a equilíbriagos no posto.
- 3 - Não respeita a realização da conformidade e nem da traçabilidade.
- 4 - Não respeita a preconização aprovisionar + desligar luz.
- 5 - Aprovisiona peças de embalagens mesmo no onde a luz não acende.
- 6 - Operador em formação sem garantia de qualidade, operador malvigiado pelo tutor.
- 7 - Não respeita a ordem das FAVs.
- 8 - Depotagem feita de forma errada.
- 9 - Não conforma a referência da embalagem com a etiqueta do kanban. Etiquetas dos kanbans erradas ou danificadas.

Falhas do Método - Causas

- 10 - Retorno de peças ao kanban não é realizado corretamente (não confirmam referência antes de recolocar componente na embalagem).
- 11 - Reposição de peças na linha de montagem feita de forma errada.
- 12 - Troca de ordem dos kits.
- 13 - O standard de posto não é robusto o standard de posto montagem não define a confirmação da referência da peça.
- 14 - O standard de posto não é robusto o standard de posto picking não define a confirmação da referência da 1ª peça que é retirada de cada embalagem.
- 15 - O standard de posto não é robusto o standard de colocação de embalagens no BDL não define a confirmação da referência da embalagem com o kanban.